

Sledování nutričních parametrů masa pštrosího, krůtího a perliččího v ekologickém chovu

Bc. Magda Šomanová

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Magda ŠOMANOVÁ**
Osobní číslo: **T080348**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Sledování nutričních parametrů masa pštrosího, krůtího a perliččího v ekologickém chovu**

Zásady pro vypracování:

1. Shromážděte informace o nutričních parametrech pštrosího, perliččího a krůtího masa
2. Provedte laboratorní rozbor pro zjištění nutričních parametrů
3. Vyhodnoťte výsledky analýz, porovnejte s literárními zdroji

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] STRAKA, I., MALOTA, L.: Chemické vyšetření masa, OSSIS, 2006. ISBN 80-86659-09-7

[2] SHANAWANY, M.M.: Ostrich production systems, Part I, Rome 1999

[3] MAJEWSKA, D. et al.: Physicochemical characteristics, proximate analysis and mineral composition of ostrich meat as influenced by muscle, Food Chemistry 117 (2009) p.207--211

[4] PIPEK, P.: Základy technologie masa, VVŠ PV Vyškov, 1998. ISBN 80-7231-010-0

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Robert Gál, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

4. ledna 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem práce bylo stanovení nutričních parametrů masa tj. stanovení obsahu vody, schopnosti masa vázat přidanou vodu, celkového obsahu dusíkatých látek, extrakci tuku a stanovení textury.

Vybrané druhy masa (pštrosí, perliččí a krůtí) byly zakoupeny na ekofarmě a skladovány v mrazícím zařízení při teplotě - 18°C. Dále bylo úkolem stanovit stravitelnost masa enzymatickou hydrolýzou *pankreatinem*, *pepsinem* a kombinovanou metodou u vybraných druhů, a to v tepelně upraveném mase.

Klíčová slova: maso, nutriční charakteristika, stravitelnost, *pankreatin*, *pepsin*

ABSTRACT

This study is focused on assessing the basic nutritive characteristics of meat, i.e. determination of the water content, the water-holding capacity, total protein, fat extraction and texture profil of meat.

Selected meat (ostrich, turkey and guineafowl) were purchased at an organic farm and stored in a freezer at -18°C. In addition, enzymatic hydrolysis by *pancreatin*, *pepsin* and the combined method of selected meat samples.

Keywords: meat, nutrition characteristics, storage, digestibility, *pankreatin*, *pepsin*

Chtěla bych velmi poděkovat Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytnutí mnoha cenných rad a připomínek k danému tématu a za trvalý zájem při vypracování této práce. Velký dík patří i doc. Ing. Františkovi Buňkovi, Ph.D. a Ing. Evě Weiserové za pomoc při stanovení textury v mase.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická náhrada do IS/STAG jsou totožné.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

Magda Šomanová

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA DRUHŮ ANALYZOVANÝCH ZVÍŘAT	12
1.1 PŠTROS DVOUPRSTÝ	12
1.2 PERLIČKA OBECNÁ	13
1.3 KRŮTA OBECNÁ.....	13
2 MASO	14
2.1 STAVBA A SLOŽENÍ MASA	14
2.1.1 Histologická stavba masa	14
2.1.1.1 Svalová tkáň.....	15
2.1.2 Chemické složení masa	17
2.1.2.1 Voda.....	17
2.1.2.2 Bílkoviny.....	18
2.1.2.3 Lipidy	21
2.1.2.4 Extraktivní látky.....	22
2.1.2.5 Minerální látky.....	23
2.1.2.6 Vitamíny	24
2.2 VLASTNOSTI MASA	25
2.2.1 Chuť masa	25
2.2.2 Barva masa	26
2.2.3 Vaznost masa	27
2.2.4 Textura masa	29
2.3 POSMRTNÉ ZMĚNY SVALOVINY A ZMRAZOVÁNÍ MASA	29
2.3.1 Posmrtné změny svaloviny.....	29
2.3.2 Mrazírenství	31
2.4 VÝZNAM MASA VE VÝŽIVĚ	32
2.5 SPOTŘEBA MASA	33
2.6 POTRAVINY Z EKOLOGICKÝCH CHOVŮ.....	35
2.6.1 Chov zvířat v ekologickém zemědělství	35
2.6.2 Ekologicky vyrobené potraviny.....	36
3 TRÁVENÍ ŽIVIN	37
3.1 TRÁVENÍ SACHARIDŮ	38
3.2 TRÁVENÍ BÍLKOVIN.....	38
3.3 TRÁVENÍ LIPIDŮ.....	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	41
5 METODIKA PRÁCE	42

5.1	ANALYZOVANÉ VZORKY	42
5.2	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ	42
5.3	CHEMIKÁLIE	43
5.4	METODIKA STANOVENÍ.....	44
5.4.1	Stanovení obsahu vody.....	44
5.4.2	Stanovení schopnosti masa vázat přidanou vodu.....	44
5.4.3	Měření pH masa	45
5.4.4	Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek	45
5.4.5	Stanovení tuku extrakcí podle Soxhlet – Henkel	46
5.4.6	Stanovení textury masa	47
5.4.7	Stanovení stravitelnosti masa gravimetrickou metodou <i>in vitro</i>	48
6	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	52
6.1	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ OBSAHU VODY.....	52
6.2	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ SCHOPNOSTI MASA VÁZAT PŘIDANOU VODU.....	53
6.3	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ pH.....	54
6.4	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU DUSÍKATÝCH LÁTEK	55
6.5	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ EXTRAKCE TUKU PODLE SOXHLET-HENKEL.....	56
6.6	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ TEXTURY MASA.....	57
6.7	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ STRAVITELNOSTI MASA GRAVIMETRICKOU METODOU <i>IN VITRO</i>	59
	ZÁVĚR	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM TABULEK.....	73

ÚVOD

Pro správný růst a vývoj lidského organismu je nevyhnutelné plnit jeho základní nutriční požadavky. Nutriční strategie každého lidského organismu je ovlivňována životními podmínkami. Stavba trávicí soustavy člověka je anatomicky i fyziologicky přizpůsobena k využívání masa zvířat jako součást potravy. V podmínkách střední Evropy, kde převládá mírné podnebí, tvoří maso zvířat od nepaměti přirozenou složku potravy člověka. Maso je bohatým zdrojem nutričních látek, jako jsou esenciální aminokyseliny a bílkoviny, vitamíny skupiny B, nenasycených mastných kyselin, minerálních látek, energie a vody. Díky svému složení patří mezi neúdržné potraviny podléhající rychlé zkáze. Ale pro člověka je maso významné nejen nutričně, ale také svou chutí a je proto ochoten za kvalitní maso zaplatit vyšší částku než za ostatní potraviny. Spotřeba masa u nás zaznamenala v uplynulých padesáti letech výrazný nárůst, avšak životní styl obyvatel se v poslední době výrazně změnil a spotřeba masa byla zmírněna. Mění se hlavně snižování energetického příjmu, zatímco vrozené chování a tradiční zvyklosti se z hlediska stravování mění podstatně pomaleji. Spotřeba masa za rok 2008 činila $80,4 \text{ kg.osoba}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Maso jako významný zdroj energie a nutričních látek je předmětem mnoha studií. Diplomová práce byla zaměřena na stanovení nutričních parametrů vybraných druhů mas, tj. stanovení obsahu vody, schopnosti masa vázat přidanou vodu, stanovení pH masa, stanovení obsahu tuku, celkového obsahu dusíkatých látek a stanovení textury masa z ekofarmy. Dále bylo úkolem stanovit stravitelnost vybraných druhů mas v tepelně upraveném stavu pomocí směsného enzymatického preparátu *pankreatinu* a *pepsinu*. Dále byla provedena kombinovaná hydrolýza, nejdříve *pepsinem* a poté *pankreatinem*.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA DRUHŮ ANALYZOVANÝCH ZVÍŘAT

1.1 Pštros dvouprstý

Pštros dvouprstý (africký) z latinského názvu *Struthio camelus*, pochází z východní a jižní Afriky, patří mezi běžce [1]. Je jediným zástupcem čeledi: *Struthionidae* (pštrosovití), řádu *Struthioniformes* (pštrosi). Jako většina nelétavých ptáků je vysoce adaptovaný na suchozemský život. Má dlouhé a silné nohy (je schopen dosáhnout rychlosti 60 km/hod, krátkodobě i více), dlouhý krk a velmi dobrý zrak (díky čemuž vidí na vzdálenost až 14 km). Pštros africký je se svou výškou až 250 cm a váhou až 150 kg největší pták na světě. Tělo samce je pokryto černým peřím, zatímco na křídlech a ocasu je peří bílé. Samice jsou z hlediska zbarvení jednotvárnější, s šedo-hnědým opeřením [2]. Chovem pštrosů se zabývá vyhláška č. 464 / 2009 sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. § 12 minimální standardy pro ochranu běžců ve farmovém chovu [1]. Chov pštrosů má ve světě dlouholetou tradici. Kolem roku 1800 se pštrosi chovali pouze pro jejich peří, koncem tohoto století se však pštros začíná chovat především pro kvalitní maso, které se stává vyhledávanou pochoutkou po celém světě. Maso pštrosa považují znalci již dlouho za maso gurmánů. Maso pštrosa je neobyčejně libové [3]. Ačkoli je pštrosí maso označováno za červené, vykazuje podobné texturní i chuťové vlastnosti, jako maso hovězí, ale má oproti němu o 40 % méně tuku. Červené maso je bohaté na bílkoviny a železo, zároveň má nižší obsah tuku, kalorií a cholesterolu, jako maso kuřecí nebo krůtí (bez kůže), které jsou tradičně doporučovány jako vhodná náhrada červených mas. Chuť pštrosího masa je popisována jako sladší a bohatší než u jiných mas [4]. U většiny druhů masa se projeví nízký obsah tuku na úkor jemnosti masa. Pštrosí maso zde tvoří jedinou výjimku: pštrosí filet a steak jsou mimořádně jemné. Podstatná část využitelného masa pochází z nohou (asi 74 %) a zbytek je rozdělen na krk, křídla, prsa, žebra a ocas. Hodnota výtěžnosti pštrosa je cca 35 % jsou to hodnoty nižší než u skotu nebo prasat. Průměrná výtěžnost masa cca 32 kg ve 14 měsících a 42 kg u dospělých pštrosů je však kvalitativně vysoce ceněna [3].

Pštrosí maso se zpracovává na řezy (řízky), steaky, filety, klobásy, burgery. Pštrosí maso může nahradit hovězí, vepřové, jehněčí, krůtí nebo kuřecí v jakémkoli receptu [4].

1.2 Perlička obecná

Perlička obecná pochází z Afriky, z latinského názvu *Numida meleagris* patří do řádu hrabaví, čeledi bažantovití a podčeledi perličky. Do lovených druhů zvěře byla u nás perlička obecná zařazena zákonem o myslivosti č. 59/2003 Sb.[5]. Zpočátku byla chována jako obětní pták, posléze se využívala i pro chutné maso. Perlička už ve starověku zdomácněla a nyní se chová po celém světě v mnoha barevných formách. Chovy v Řecku i Římě však s pádem starověkých říší zanikly a znovu byla perlička domestikována až v 15. století, kdy ji z Afriky přivezli španělští kolonizátoři [6]. Hmotnost perličky se pohybuje v rozmezí 1-1,6 kg [7]. Při intenzivním chovu dosahují perličky váhy 2 až 2,5 kg [8]. Z plemen perliček je nejrozšířenější perlička modrá. Perliččí maso je chutné, jemné a výživné [9]. Obsahuje méně tuku, cholesterolu a je chuťově velmi výrazné, proto ho lze použít i jako náhradu za zvěřinu. Také vejíčka perliček obsahují více vitamínů a minerálních látek, než slepičí vejce. Velkochovy perliček využívají v Itálii, Francii, Rusku, Maďarsku a v Polsku [10].

1.3 Krůta obecná

Krůta domácí je po pštrosích největší domestikovaný pták. Krůta domácí je chována zvláště pro maso, které má vysoký podíl bílkovin ve svalovině a naopak méně tuku [9]. Krůty pochází ze Střední Ameriky [10]. Domestikace krocana divokého byla zahájena už Středoamerickými Indiány, a to před 3000 lety. Krocani byli chováni pro maso, kosti k výrobě nástrojů a kvůli ozdobnému peří [11]. Zařazují se do třídy *Aves* - ptáci » řádu *Galliformes* - hrabaví » čeledi *Meleagrididae* - krocánovití » rodu *Meleagris* – krůta [10]. Moderní plemena krůt jsou výrazně větší než jejich divocí předkové a většina komerčně chovaných krůt má bílé peří, ačkoli existují plemena s peřím bronzovým a černým [11]. Z domácích plemen je nejznámější krůta bílá širokoprsá, která dorůstá do velikosti 5- 14 kg [9]. Samec dorůstá do velikosti až 30 kg. Má velký podíl prsní a stehenní svaloviny (40-45%) [10]. O krůtím mase se tvrdí, že má devět druhů masa a zároveň i mnoho chutí. Běžný spotřebitel zná z obchodů většinou jen dva druhy krůtího masa a tím jsou prsa a stehna. V dnešní době gurmáni považují za delikatesu pečený krůtí krk [12].

2 MASO

Mnoho důkazů pocházejících od různých civilizací potvrzuje, že maso divokých i domestikovaných zvířat hraje důležitou roli v lidské výživě od pravěkých dob. Kromě kosterních svalů, které jsou v pravém slova smyslu chápány jako „maso“, jsou používány také jiné části, tuková tkáň, některé vnitřní orgány a krev. Definice termínu „maso“ může velice úzce korespondovat se zamýšleným účelem. Jako maso jsou definovány všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě [13]. Maso je definováno dle vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č. 169/2009 Sb.. Z nutričního hlediska je maso velmi cenné, je zdrojem tzv. plnohodnotných bílkovin, vitamínů a minerálních látek [9].

2.1 Stavba a složení masa

2.1.1 Histologická stavba masa

Struktura masa je tvořena buňkami uspořádanými do souborů tzv. tkání. Buňky v mase mají různý tvar, liší se i velikostí. Některé tkáně jsou tvořeny soubuním, to je útvar, který obsahuje více jader i dalších buněčných součástí a je obalen jednou společnou buněčnou blanou, příkladem soubuní je příčně pruhovaná svalovina [9]. Prostor mezi buňkami vyplňuje mezibuněčná hmota. Je to tekutá až tuhá hmota, která obsahuje i vlákna (fibrily) a lamely [13]. Svalová buňka obsahuje také: mitochondrie, sarkoplasmatické retikulum a lysozomy [16].

Tkáně rozdělujeme na pět základních skupin:

- a) epitelová tkáň (výstelková) – je to hraniční tkáň, která pokrývá povrch těla, vnitřních orgánů a tělních dutin,
- b) nervová tkáň – je tvořena nervovými buňkami – neurony, jejichž výběžky tvoří nervová vlákna, která jsou obsažena ve svalovině, jako potravina se využívá pouze mozek,
- c) pojivová tkáň – její charakteristickou vlastností je silně vyvinutý podíl mezibuněčné hmoty, která se stává nositelkou funkcí tkáně. V organismu slouží hlavně jako mechanická opora, výplň jiných tkání v různých orgánech,

jako izolace, rezervoár tuku a minerálních látek v těle, má i funkci obrannou a exkretční,

- d) svalová tkáň - kontraktilní tkáň zvířat, má schopnost vykonávat pohyb. Základní funkcí svalové tkáně je přeměna energie chemických vazeb na mechanickou práci,
- e) a tkáňové tekutiny [9,13].

2.1.1.1 Svalová tkáň

Základní vlastností svalové tkáně je schopnost *smrštění, zkrácení (kontrakce)*. Zkrácení je vyvoláno nervovými podněty a je umožněno přítomností jemných vláček (*myofibril*) uložených v cytoplasmě svalových buněk nebo v cytoplasmě svalových vláken [9]. Maso různých živočichů dělíme do dvou skupin: bílé a červené. Bílé maso (ptáci, drůbež), které má vysoký poměr myofibril k sarkoplasmě, se rychle smršťuje, ale také se rychle unaví, což ho odlišuje od masa červeného (hovězí, vepřové maso). Červené svaly jsou používány pro pomalou a dlouhotrvající kontrakci a neunaví se tak rychle jako bílé svaly [16].

Podle buněčné stavby, vzhledu a inervace ji dělíme do tří hlavních skupin:

1. Svalovina příčně pruhovaná neboli žíhaná

Je stavební tkání kosterních svalů, uspořádaná pro rychlé kontrakce. Základní stavební jednotkou je svalové vlákno. Na povrchu vlákna je buněčná blána nazývaná sarkolema, uvnitř se nachází sarkoplasma (cytoplasma), kde jsou uloženy jednotlivé buněčné organely a inkluze [15]. Význam pro svalovou kontrakci má především endoplazmatické retikulum a mitochondrie. Z inkluzí se vyskytují v sarkoplasmě myofibrily, což jsou vlastní kontraktilní vlákna, která vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. Průměr myofibrily je 1-2 μm . Souběžným uspořádáním více než 1000 myofibril vzniká svalová buňka [16]. Základní jednotkou myofibrily je sarkomer. Sarkomer je složen z tenkých aktinových a tlustých myosinových filament, které se při svalové kontrakci do sebe zasouvají [9]. Svalová vlákna se spojují do svalových snopců, jež obklopuje tenká vrstva pojivové tkáně nazývaná perimizium. Spojením svalových snopců vzniká sval, který má na povrchu vrstvu pojiva nazývanou epimizium. Za aerobních podmínek je buněčná energie produkována ve formě ATP v mitochondriích. Lysozomy jsou zdrojem peptidů, které se podílejí na zrání masa.

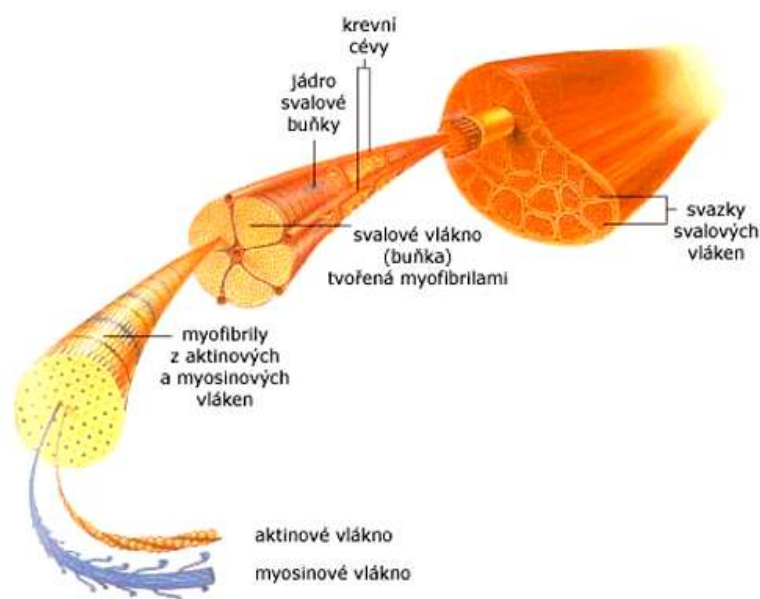
Svalová vlákna buněk mají průměr 0,01-0,1mm a dosahují délky až 150 mm a více [16]. Z technologického hlediska je příčně pruhovaná svalovina nejdůležitější tkáň, je masem v nejužším slova smyslu [13].

2. Hladká svalovina

Je součástí vnitřních orgánů, tj. trávicího traktu, dýchacích a krevních cest, pohlavních orgánů. Svalovina nemá příčné pruhování a není ovládána vůlí [15]. Z technologického hlediska má hladká svalovina menší význam než příčně pruhovaná, svými vlastnostmi je méně vhodná pro výrobu mělněných masných výrobků (hůře váže vodu). Je součástí drobů (játra, ledviny) [13]. Stavební jednotkou hladké svaloviny je buňka zvaná myocyt. Buňky hladké svaloviny se řadí za sebou a vedle sebe a jsou navzájem spojeny řídkým vazivem [9].

3. Srdeční svalovina

Srdeční svalovina, myokard, se podobá svojí stavbou příčně pruhované svalovině, liší se však funkcí, protože je ovládána stejně jako hladká svalovina vegetativním nervstvem a nepodléhá vůli jedince. Je tvořena z trámců pospojovaných do sítě. Trámce jsou vytvořeny z příčně pruhovaných buněk pospojovaných v tzv. interkalárních discích. Srdeční svalovina není v pravém slova smyslu mnohojaderným útvarem, ale sestává se z jednotlivých jednojaderných úseků, které představují původní svalové buňky [9].



Obrázek 1: Stavba svalu

2.1.2 Chemické složení masa

Chemické složení masa kolísá v závislosti na druhu zvířete, plemeni, pohlaví, věku, způsobu výživy a liší se i jednotlivé svaly u téhož jedince [15]. Jiné složení získáme, pokud budeme brát v úvahu pouze čistou svalovinu zbavenou všeho extramuskulárního tuku a šlach. Pokud budeme brát průměrné maso (svalovinu včetně mezisvalového tuku a jiných tkání) získáme také rozdílné složení. A jiné složení bude také u jatečně opracovaného kusu masa [13]. Samotná libová svalovina se skládá z vody, bílkovin, tuků, minerálních látek, vitamínů a extraktivních látek. Důležitým kritériem je poměr obsahu vody a bílkovin, tzv. Federovo číslo, které bývá u syrového masa poměrně stálé a má hodnotu přibližně 3,5. U tučnějšího masa bývá poměrně vyšší. Dále je také důležitý poměr tuků a bílkovin [15]. Podíl tuku v mase bývá velmi proměnlivý a to jak mezi jednotlivými kusy zvířat, tak i mezi jednotlivými částmi masa. Tyto rozdíly se týkají jak tuku intramuskulárního (vnitrosvalového), tak i zásobního (depotního) [13].

Tabulka 1 : Složení masa vybraných druhů zvířat [%] [9]

	Voda	Bílkoviny	Tuky	Minerální látky
Pštros	74	21	4	1
Krůta	67	24	8	1
Kuře	72	22	5	1

2.1.2.1 Voda

Voda je hlavní kvantitativní složkou masa, v libové svalovině je obsaženo až 75% vody. Tato voda je vázána různým způsobem a různě pevně. Nejpevněji je vázána hydratační voda, další podíly vody jsou imobilizovány mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny nebo jsou volně pohyblivé v mezibuněčných prostorech [9]. Z hlediska technologie se rozlišuje voda na volnou a vázanou, a to podle toho, zda z masa volně vytéká za daných podmínek či nikoliv. Bylo zjištěno, že 70 % celkového obsahu vody je uloženo v myofibrilách, 20 % v sarkoplasmě a 10 % v extracelulárním prostoru [13].

Hlavní podíl v masě tvoří volná voda ve fyzikálně-chemickém smyslu. Avšak pouze její část je volně pohyblivá, zbývající část je imobilizovaná (znehynbněná). Imobilizovaná voda při naříznutí masa nevytéká a k jejímuž uvolnění je třeba použít zvýšeného tlaku [15]. Imobilizace vody nastává v síti membrán a filament strukturálních bílkovin [9].

2.1.2.2 *Bílkoviny*

Bílkoviny jsou významnou složkou masa jak z technologického i nutričního hlediska. V čisté libové svalovině tvoří jejich obsah 18-22 % hm. Z hlediska nutričního se řadí mezi tzv. plnohodnotné bílkoviny, obsahující všechny esenciální aminokyseliny (AMK) [13]. Bílkoviny jsou přírodní polymerní sloučeniny, které jsou tvořeny základními stavebními jednotkami, kterými jsou aminokyseliny. Bílkoviny neboli proteiny obsahují více než 100 aminokyselin v jedné molekule, běžně několik set až tisíc [17].

Bílkoviny jsou v masě zastoupeny v různém množství, jejich obsah, poměrné zastoupení i vlastnosti se liší mezi jednotlivými částmi masa [13].

Rozdělení bílkovin v masě do jednotlivých skupin vychází z jejich rozpustnosti ve vodě a solných roztocích, toto třídění se zároveň shoduje i s tříděním podle umístění v jednotlivých svalových strukturách (sarkoplasmě, myofibrilách, stromatu).

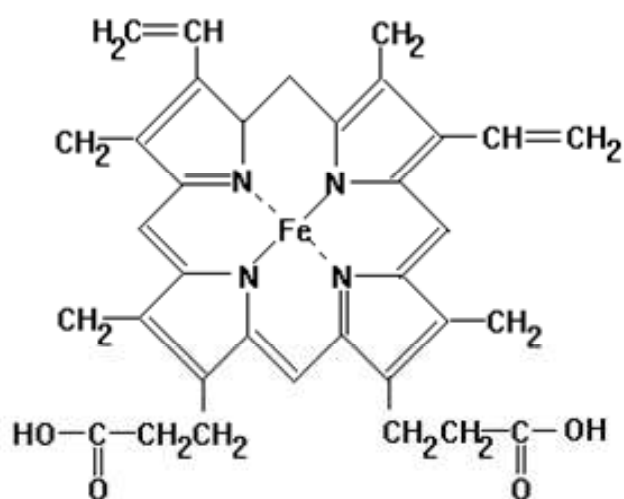
Rozdílná rozpustnost bílkovin závisí zejména na poměru nepolárních (hydrofobních) a polárních (hydrofilních) skupin, jejich vzájemném rozložení a na síle interakcí mezi molekulami bílkovin a rozpouštědla [9].

Na základě rozpustnosti se bílkoviny rozdělují do tří skupin:

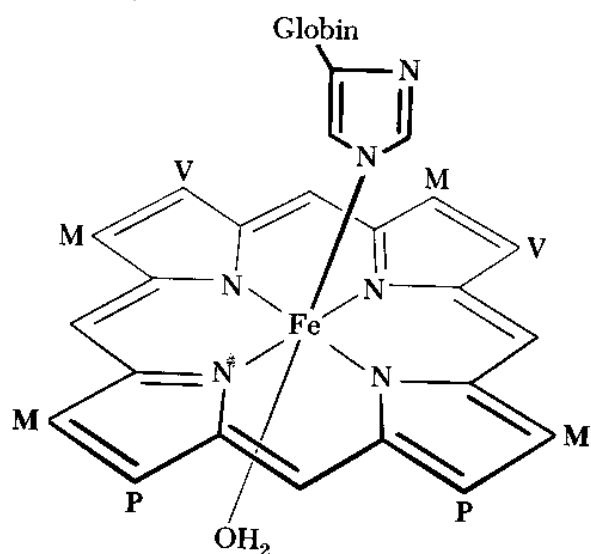
a) Sarkoplasmatické bílkoviny

Jsou rozpustné ve vodě nebo ve slabých vodných roztocích a jsou obsaženy převážně v sarkoplasmě. Je to komplex asi 50 složek. Mezi nejvýznamnější sarkoplasmatické bílkoviny patří hemová barviva – myoglobin s hemoglobinem, která způsobují červené zbarvení masa a krve [13]. Jsou tvořeny bílkovinou (globin) a barevnou skupinou tzv. hem, který má v molekule vázán komplexně atom dvojmocného železa [15]. Myoglobin je svalové barvivo, které slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech.

Z technologického hlediska je význam sarkoplasmatických bílkovin malý podílejí se na vazbě vody jen asi ze 3 %, netvoří texturu syrového masa ani díla. Podílejí se pouze na vytvoření roztoku bílkovin v díle a zvyšují jeho viskozitu. Při tepelném opracování denaturují, přecházejí na tuhý gel, takže se podílejí na vytvoření pevné textury opracovaného masa [9]. Svalová tkáň obsahuje průměrně 1 % myoglobinu v sušině [18]. Hemoglobin je krevní barvivo, které zprostředkovává přenos kyslíku z plic do svalů [9]. Jeho podíl v mase činí v závislosti na stupni vykrvení 10 – 50 % obsahu všech hemových barviv ve svalu [19].



Hemoglobin



Myoglobin

b) Myofibrilární bílkoviny

Jsou převažující frakcí myofibrilárních bílkovin masa, určují rozhodujícím způsobem vlastnosti svalu i průběh posmrtných změn ve svalu. Jsou rozpustné ve zředěných roztocích solí a technologicky jsou nejvýznamnější. Vážou největší podíl vody v mase, jsou zodpovědné za kontrakci svalu. Bylo identifikováno více než 20 myofibrilárních bílkovin. Mezi významné patří myosin a aktin. Uplatňují se při svalové kontrakci, posmrtných změnách a při vytváření struktury masných výrobků tvorbou gelů (komplex aktomyosin). Myosin tvoří 45 % obsahu všech svalových bílkovin. Myosin je obsažen v tlustých filamentech, je účinný jako

ATPasa, která je aktivována přítomností vápenatých kationtů. Aktin je hlavní složkou tenkých filament a jeho obsah činí 21-23% obsahu myofibrilárních bílkovin. Aktomyosin je komplex vznikající spojením aktinu a myosinu, dochází k zasunutí tenkých a tlustých filament teleskopicky do sebe. Další myofibrilární bílkovinou je tropomyosin, který má regulační funkci při kontrakci svalu [9,15].

c) Stromatické bílkoviny

Jsou bílkovinami pojivových a podpurných tkání, tvoří různě strukturovaná vlákna a jsou nerozpustné [15]. Mají protáhlý vláknitý tvar, plní funkce strukturální a podpurné. Vyskytují se především v pojivových tkáních, to je ve vazivech, šlachách, kůži, kostech, ale i ve svalovině, kde tvoří různé membrány a rovněž jsou zde v podobě pronikajících součástí pojivové tkáně. Jejich hlavním významem je podpora organismu, mechanická ochrana a taktéž slouží k upínání svalů [9].

Mezi stromatické bílkoviny patří především kolageny, elastin, retikulin. Dále se sem řadí keratiny, muciny a mukoidy. Z výživového hlediska jsou stromatické bílkoviny neplnohodnotné [9].

Nejrozšířenější a nejvíce zastoupenou stromatickou bílkovinou je kolagen (20-25 %). Liší se od jiných bílkovin svým aminokyselinovým složením, má vysoký obsah nepolárních aminokyselin, zejména glycinu, naproti tomu neobsahuje tryptofan a cystein. Složitá struktura kolagenu se odráží v jeho vlastnostech. Při záhřevu masa se kolagenní vlákna deformují, ohýbají a jejich délka se zkracuje na jednu třetinu počáteční hodnoty. Zároveň se kolagen stává elastickým a průzračně sklovitým. Při záhřevu ve vodě kolagen silně bobtná, po rozrušení všech příčných vazeb pak přechází na rozpustnou látku – želatinu čili glutin. Vznik želatiny má velký význam v technologii masa. Je podstatou měknutí některých typů masa při tepelném opracování.

Elastin je chemicky velmi odolný, nerozpouští se ve vodě, v roztocích solí, ve zředěných kyselinách a zásadách [13].

2.1.2.3 Lipidy

Lipidy se obvykle definují jako přírodní sloučeniny obsahující vázané mastné kyseliny o více než třech atomech uhlíku v molekule [20]. Lipidické látky v tukové tkáni představují skupinu látek, které se dělí na mastné kyseliny, homolipidy, heterolipidy a přídatné látky (steroidy, lipofilní vitamíny, karotenoidy a další látky) [17].

V mase jsou zastoupeny z největší části tuky (estery mastných kyselin a glycerolu), v menší míře jsou přítomny polární lipidy (fosfolipidy), doprovodné látky aj. Podíl tuků činí z celkového obsahu lipidů asi 99 % hm. [9]. Tuky v mase a tukové tkáni jsou představovány zejména triacylglyceroly vyšších mastných kyselin, nejčastěji se zde vyskytují kyseliny palmitová a stearová, patřící mezi nasycené mastné kyseliny. Z nenasyčených mastných kyselin převládá monoenoová kyselina olejová, zatímco nutričně významných polyenových mastných kyselin (linolová, α -linolenová, arachidonová) je obsaženo velmi málo [9,21]. Fosfolipidy tvoří jen malý podíl obsahu všech lipidů. Mají polární charakter, který jim dodává obsažená kyselina fosforečná a působí často jako emulgátory tuků. Mezi významné steroly patří cholesterol. Cholesterol je typický pro živočišné tkáně, jeho příjem, zejména zvýšený bývá dáván do souvislosti s výskytem chorob krevního oběhu. Rozložení tuku v těle zvířat je velmi nerovnoměrné. Malá část je uložena přímo uvnitř svalových buněk, který se nazývá intracelulární, jeho obsah činí 2 – 3 %. Tuk intercelulární je tuk uložený mezi svalovými vlákny. Tuk, který tvoří základ samostatné tukové tkáně se nazývá tuk extracelulární.

Dále se rozlišuje tuk na vnitrosvalový – intramuskulární a tuk zásobní zvaný extramuskulární, který tvoří samostatnou tukovou tkáň [9].

Velký význam pro chuť a křehkost masa má tuk intramuskulární, zejména jeho intercelulární podíl, který je mezi buňkami rozložen ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa. Mramorování je dobře vyvinuto u zvířat, která měla málo pohybu, naproti tomu téměř chybí u divokých zvířat a zvířat s velkou tělesnou aktivitou [9].

Tabulka 2: Srovnání průměrných hodnot tuku a cholesterolu ve 100 g vzorku vařeného masa [9,22]

Druh masa	Tuk [g]	Kalorie	Cholesterol [mg]
Kuřecí	7,41	190	89
Hovězí	9,28	211	86
Pštroší	2,80	140	83

2.1.2.4 *Extraktivní látky*

Název této skupiny nízkomolekulárních látek je odvozen od jejich extrahovatelnosti z masa v teplé vodě [17]. Pro stanovení extrahovatelných látek se používá voda o teplotě 80°C. Jde o nesourodou skupinu látek, jejichž obsah je malý, ale mají značný potravinářský význam k vytvoření chuti a vůně masa [15,17]. Hlavními složkami chutnosti masa jsou štěpné produkty bílkovin (aminokyseliny), nukleových kyselin (nukleotidy) a glykogenu (fosforylované monosacharidy) [17]. Aroma a chuť ovlivňují i jednotlivé technologické procesy a zejména tepelné opracování [9].

Hlavní složkou zvyrazňující chuť masa je kyselina inosinová. Mezi další látky patří směs volných aminokyselin, mezi ně patří serin, glycin, alanin, isoleucin, leucin, ale i kyselina glutamová [17].

Sacharidy jsou v živočišných tkáních obsaženy v malém množství, zastoupen je především glykogen a jeho produkty odbourávání (glukosa) [9,15]. Ve svalech právě porážených zvířat bývá 0,3 – 0,9 % glykogenu a 0,05 % glukosy. Vyšší obsah glykogenu bývá v játrech. Z hlediska technologického je žádoucí, aby zvíře v okamžiku porážky mělo maximální obsah glykogenu k tvorbě kyseliny mléčné ve stádiu post mortem [15]. Glykogen je hlavním zásobním zdrojem energie ve svalové tkáni. Skládá se z molekul D-glukosy. Glykogen má významnou roli při postmortálních změnách svaloviny. Anaerobní glykolýzou se z glykogenu tvoří kyselina mléčná, která snižuje pH masa a způsobuje posmrtnou ztuhlost. Po štěpení glykogenu zůstávají ve svalovině degradační produkty štěpení, mezi něž patří glukózo-1-fosfát, glukózo-1,6-difosfát, fruktózo-1,6-difosfát a další včetně tříuhlíkatých sloučenin. Tyto látky se podílejí na

vytváření specifických sensorických vlastností masa společně s dalšími nízkomolekulárními látkami. Volné monosacharidy se vyskytují v mase ve stopových množstvích [17].

Do skupiny organických fosfátů patří nukleotidy (stavební částí DNA a RNA, tvořené kyselinou fosforečnou, cukrem a purinovou nebo pyrimidinovou bází) a nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty jako je hypoxanthin, který je dále rozkládán na xanthin a kyselinu močovou. Mezi stupněm odbourání je ATP, který dodává energii pro svalovou kontrakci [13,15].

Dále jsou zastoupeny dusíkaté extraktivní látky, které jsou velmi různorodou skupinou látek, kam patří v první řadě aminokyseliny a některé peptidy. Z peptidů je významný zejména karnosin, anserin, balenin a glutation [9]. Dekarboxylací aminokyselin při rozkladu masa nebo při některých technologických operacích, např. při zrání fermentovaných salámů, vznikají také biogenní aminy (histamin, tyramin) [19].

2.1.2.5 Minerální látky

Minerálie tvoří zhruba 1 % hmotnosti masa. Obvykle bývají pod pojmem minerální látky řazeny všechny látky, které zůstávají v popelu po zpopelnění masa, tedy i mineralizované prvky jako síra a fosfor. Většina minerálních látek je rozpustná ve vodě a ve svalovině je přítomna ve formě iontů. Maso je významným zdrojem draslíku, vápníku, hořčíku, železa, zinku a jiných prvků [9]. Vápník je významný z hlediska svalové kontrakce a účastní se srážení krve, kromě toho je součástí kostních tkání. Železo je obsaženo především v hemových barvivech ve volné iontové formě a je dobře využitelné lidským organismem. Dále je zastoupen fosforečnan draselný. Významný je i obsah zinku v mase a to zejména proto, že zinek je z masa lépe využitelný [15]. Draslík v mase koreluje s obsahem svalových bílkovin v mase [9].

Tabulka 3 : Obsah minerálních látek v mase [mg/100g vzorku masa] [9,17,22]

Druh masa	Ca	K	Mg	Na
Pštroší maso	5,5	240 - 260	24,5	35
Krůtí maso	1	360 – 400	30	130
Perliččí maso	5	350 - 390	25	60

2.1.2.6 Vitamíny

Vitamíny jsou nízkomolekulární sloučeniny s různou chemickou strukturou. Maso je významným zdrojem vitaminů, jejich množství je však různorodé, záleží nejen na druhu zvířete, ale je často závislé i na druhu krmení [17]. Vitamíny dělíme podle rozpustnosti ve vodě na rozpustné (hydrofilní) a nerozpustné (lipofilní) [20]. Vitamíny rozpustné ve vodě zahrnují vitamíny skupiny B, které jsou ve velkém množství obsaženy ve svalovině, tak i ve vnitřních orgánech [9]. Jedná se zejména o thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxin, kyselina pantotenová, biotin, folacin a korinoidy. Dále z vitaminů rozpustných ve vodě se v mase vyskytuje i vitamín C (kyselina L-askorbová), který je však v zanedbatelném množství. Vitamíny rozpustné v tucích jsou pak vitamíny A (retinol), D (kalciferoly), E (tokoferoly a tokotrienoly) a K (fylochinony, farnochinony) [17].

Vitamíny rozpustné ve vodě:

- **Thiamin** – se vyskytuje jako volná látka ve formě fosforečných esterů, tj. ve formě monofosfátu, difosfátu i trifosfátu. Je kofaktorem významných enzymů souvisejících s metabolismem aminokyselin, a také glykogenu.
- **Riboflavin**- je v mase obsažen jako volná látka, ale převážně ve formě flavinmononukleotidu (FMN) a flavindinukleotidu (FAD). Tyto látky jsou kofaktory enzymů známých jako flavoproteiny, které se účastní oxidačně-redukčních reakcí.
- **Niacin** – je součástí nikotinamidadenindinukleotidu (NAD) a jeho fosforečného esteru (NADP), které jsou kofaktory mnoha enzymů. Maso a vnitřnosti jsou nejbohatším zdrojem tohoto vitamínu.
- **Pyridoxin** – účastní se řady reakcí souvisejících s metabolismem bílkovin (resp. Aminokyselin). V mase se vyskytuje ve formě fosforečných esterů. V syrovém mase se vyskytuje ve formě pyridoxalfosfátu, ve vařeném mase hlavně jako pyridoxaminfosfát.
- **Biotin**- vyskytuje se ve vnitřnostech (játra a ledviny), v kosterním svalstvu je ho poměrně málo.
- **Folacin** – je kofaktorem enzymů, uplatňujících se především v metabolismu aminokyselin, purinových a pyrimidinových nukleotidů.

- **Korinoidy** – mají poměrně složitou strukturu, jejichž základem je korinový cyklus. Centrálním atomem je kobalt. Vyskytuje se výhradně v potravinách živočišného původu [23,24].

Vitamíny rozpustné v tucích:

- **Vitamín A** – základní chemickou látkou této skupiny vitaminů je *all-trans*-retinol. V mase je doprovázen řadou analogů a metabolitů lišících se strukturou postranního řetězce.
- **Vitamín D** – je to společný název pro skupinu příbuzných látek (cholecalciferol, ergocalciferol).
- **Vitamín E** – V mase se nachází obecně v množství 2,5 – 7,7 mg/kg. Jeho množství je značně závislé na způsobu krmení zvířat.
- **Vitamín K** – Výskyt v mase je poměrně malý cca 0,03 mg/kg masa, za to v játrech je podstatně vyšší až 4,0 mg/kg jaterní tkáně [23,24].

2.2 Vlastnosti masa

Vlastnosti masa jsou dány jeho složením, mezi nejvýznamnější patří chuť, barva, vaznost a textura [13].

2.2.1 Chuť masa

Chuť masa ovlivňuje množství tuku a to zejména tuk intramuskulární. Dále k chuti masa přispívají glutamin, inosin, hypoxanthin a pentosy [9].

Chuť u většiny mas se projevuje až po tepelné úpravě masa. Významný vliv má i Maillardova reakce, k níž dochází při záhřevu [25]. Maillardova reakce je nejrozšířenější chemická reakce, která probíhá mezi redukcujícími sacharidy s aminosloučeninami. V průběhu těchto reakcí vzniká řada velmi reaktivních karbonylových sloučenin, které reagují vzájemně a také s přítomnými aminosloučeninami. Průvodním jevem těchto reakcí je vznik hnědých pigmentů, melanoidinů, a proto se tyto reakce nazývají reakce neenzymového hnědnutí [20]. U masa nastane Maillardova reakce, když denaturované proteiny na

povrchu masa reagují s přítomnými cukry. Tato kombinace vytvoří "masovou" chuť a změnu barvy. Maillardova reakce nastává při teplotě nad 160°C. Když je maso upravováno, je vně masa vyšší teplota než uvnitř, což aktivuje Maillardovu reakci a tvoří výraznější chuť na povrchu. Reakce byla poprvé popsána na začátku 20. století Luis-Camille Maillardem, který se snažil vyřešit otázku řazení (spojování) AMK v proteiny. Objevil, že pokud smícháme cukry a AMK za tepla, směs se pomalu barví do hněda [25].

2.2.2 Barva masa

Barva masa je velmi nápadný znak, podle kterého posuzuje spotřebitel kvalitu masa a masných výrobků. Informace o barvě a jakosti masa poskytuje především světlost, která je dána obsahem hemových barviv, hodnotou pH a hydratačním stavem masa a závisí na řadě intravitálních i technologických faktorů. Barva masa je dána především obsahem hemových barviv.

Myoglobin je svalové barvivo, které slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech. Od hemoglobinu se liší afinitou ke kyslíku.

Hemoglobin je krevní barvivo, které zprostředkuje přenos kyslíku z plic do svalů. Je velmi podobný myoglobinu, liší se od něj zejména čtyřnásobně velkou relativní molekulovou hmotností. Není tedy svalovým barvivem, může být v maso nalezen v různých koncentracích podle toho, jak bylo zvíře dostatečně vykřveno. Jeho podíl z obsahu všech hemových barviv v maso činí v závislosti na stupni vykřvení i celkovém obsahu hemových barviv 10-30 %. Při vyšším obsahu barviv je maso tmavší, může být až purpurově červené [13,15,26].

Vzhledem k tomu, že svaly jsou různě namáhány, liší se také svými požadavky na kyslík. A v důsledku toho se myoglobin nachází ve svalech v různých koncentracích. Se stářím zvířete se zvyšuje koncentrace myoglobinu. Vyšší koncentrace myoglobinu způsobuje intenzivnější barvu masa. Barva masa se liší i podle druhu zvířat [26].

Změny barva masa souvisejí s reakcemi atomu železa v hemové skupině. Stačí běžná koncentrace kyslíku ve vzduchu a železo váže molekulární kyslík za vzniku rumělkově červeného oxymyoglobinu. Vakuové balení masa vede k disociaci oxymyoglobinu na povrchu masa na kyslík a myoglobin a následně převládne oxidace železa a

myoglobin se změní na hnědý až šedohnědý metmyoglobin. Tento proces probíhá i při skladování masa přičemž oxidace tuků zesiluje oxidaci hemového barviva.

Další rozpad hemových barviv nastává působením vzduchu a peroxidu vodíku, nebo činností enzymů či mikroorganismů. Pokračující oxidací metmyoglobinu, kdy vznikají zelená barviva choleglobin, verdoglobin a verdohaem. Složení atmosféry v okolí masa, zejména parciální tlak kyslíku určuje, v jaké formě budou hemová barviva (redukováne či oxidované). Při nízkých parciálních tlacích dochází snadno k oxidaci, při vysokých k oxygenaci.

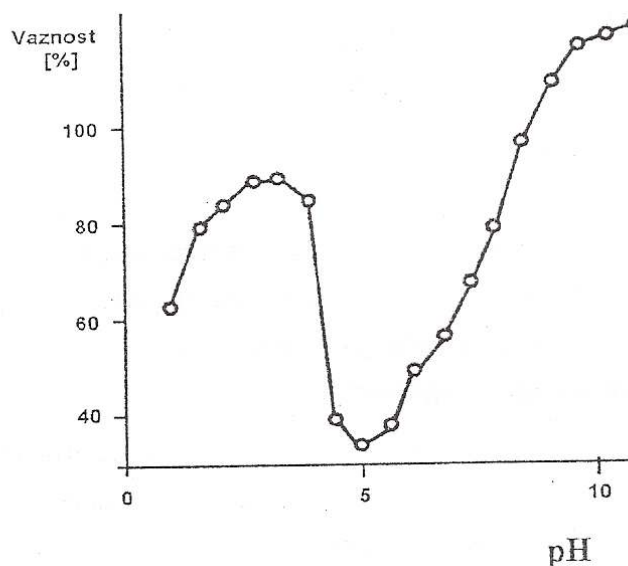
Hodnota pH ovlivňuje především světlost. Čím je pH blíže k izoelektrickému bodu, tím je menší rozpustnost bílkovin, které pak vážou málo vody, světlo proniká jen do malé hloubky, více se odráží od povrchových vrstev a vytváří dojem světlejšího masa. Toto se projevuje u tzv. PSE masa (pale,soft,exudative), které je měkké, bledé a vodnaté. Maso je použitelné jen v omezené míře, při kulinářské úpravě dochází k velkým hmotnostním ztrátám.

Při tepelném opracování masa dochází k denuraci globinu, po níž zpravidla následuje oxidace železa v hemové skupině, v důsledku toho dochází ke změně barvy na hnědou nebo šedohnědou. Této oxidaci nezabrání ani redukční podmínky, které se vytváří v mase při tepelné denuraci uvolněním SH-skupin, ani přídavek redukčních látek (např. kys. Askorbové). Barviva tepelně opracovaného masa se nazývají hemichromy. V přítomnosti dusitanů nebo dusičnanů se na železo váže oxid dusnatý, který zabraňuje oxidaci a způsobuje růžovou barvu masných výrobků [13,15].

2.2.3 Vaznost masa

Jednou z nejdůležitějších technologických vlastností masa je vaznost vody, významně ovlivňuje jakost masných výrobků [15]. Vaznost je definována jako schopnost masa udržet svoji vlastní, popřípadě i přidanou vodu při působení nějaké síly nebo fyzikálního namáhání (tlak, záhřev apod.). Čím je tato síla vyšší, tím více vody přejde z imobilizovaného stavu do stavu volně pohyblivého. Vaznost vody se obvykle vyjadřuje jako podíl vody vázané ku celkovému obsahu vody v mase. Schopnost masa vázat vodu závisí na četných faktorech: pH, koncentraci solí, obsahu některých iontů, intravitálních

vlivech, průběhu posmrtných změn, rozmělnění masa. Mnohé z těchto faktorů je možné technologicky ovlivňovat, a tím také dosáhnout žádoucí vaznosti [13]. Základní význam pro vaznost má náboj bílkovin, který úzce souvisí s pH. Vaznost je nejnižší v izoelektrickém bodě (pH 5 až 5,3), kdy bílkoviny ztrácejí schopnost reagovat, a směrem od něj prudce stoupá. V této oblasti se při přidavku solí zvyšuje iontová síla roztoku a tedy i vaznost [15]. Z bílkovin se vyznačuje největší vazností myosin, naopak na vaznosti se v podstatě nepodílejí kolagenní bílkoviny. Je možno ji zvýšit přidáním cizích bílkovin. Vaznost se zvyšuje s postupujícím rozmělněním, kdy dochází k uvolňování tkáně a bílkovinné struktury pak mohou lépe bobtnat. Bobtnání je jednak oddálení aktinových a myosinových filament a jednak i odpuzování peptidových řetězců myosinu v důsledku imobilizace vody. Vaznost klesá rovnoměrně se stoupající teplotou do 45 °C, kdy dochází k prudkému poklesu vaznosti vlivem denaturace bílkovin [13,15]. Vaznost je ovlivněna i dalšími faktory a jevy. Vaznost se výrazně mění v závislosti na průběhu posmrtných změn (nejprve klesá v důsledku okyselení a vytvoření pevné struktury a poté se opět zvyšuje v průběhu zrání). V některých případech dochází v důsledku odchýlného průběhu pH ke vzniku tzv. myopatií, kdy vaznost je buď nízká (PSE maso), nebo naopak vyšší (DFD maso) [13].



Obrázek 2 : Vliv pH na vaznost masa [15]

2.2.4 Textura masa

Z hlediska hodnocení jakosti masa považujeme texturu za pravděpodobně nejvýznamnější vlastnost a její optimalizaci se přizpůsobují technologické postupy [27]. Textura je důležitým atributem kvality potravin, někdy je dokonce důležitější než vůně a barva [28]. V případě masa se velmi často používá místo výrazu textura termín křehkost, ačkoliv nejde přesně o tytéž vlastnosti. Zatímco textura zahrnuje vjem v ústech i mimo ně, křehkost je jednou z vlastností textury, která je vnímána pouze v ústech. Maso, které má optimální složení z hlediska výživné hodnoty nebo jiných aspektů a není přitom po tepelné úpravě křehké, nepovažuje konzument za kvalitní [27]. Texturu potravin je možno definovat jako způsob uspořádání a kombinací složek a strukturních prvků potravin v mikrostruktuře a makrostruktuře a vnější projev této struktury ve formě toku a deformace [29].

Texturou se rozumí „všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku, vnímatelné prostřednictvím mechanických, dotykových, případně zrakových a sluchových receptorů. **Mechanické** vlastnosti se vztahují k reakci výrobku na namáhání. Dělí se na pět základních charakteristik, tj. tvrdost, soudržnost, viskozitu, pružnost a přilnavost. **Geometrické** vlastnosti jsou ty, které se vztahují k rozměru, tvaru a uspořádání částic výrobku. **Povrchové** vlastnosti jsou ty, které se vztahují na požitky, vyvolávané vlhkostí a nebo obsahem tuku. V ústech se rovněž vztahují na způsob, jakým jsou tyto složky uvolňovány [30].

2.3 Posmrtné změny svaloviny a zmrazování masa

2.3.1 Posmrtné změny svaloviny

Maso jatečných zvířat je složitým a dynamickým biologickým systémem, ve kterém probíhá řada postmortálních biochemických procesů. Postmortální biochemické procesy jsou souborem degradačních přeměn základních složek svalových tkání, především sacharidů a bílkovin, katalyzovaných tzv. nativními enzymy. Souhrnně se označuje jako zrání masa, při němž maso nabývá požadovaných sensorických, technologických a kulinárních vlastností [31].

Tyto posmrtné, postmortální změny probíhají ve čtyřech stádiích [15]:

- 1) Období před rigorem (*prae-rigor*), tzv. teplé maso
- 2) *Rigor mortis*
- 3) Zrání masa
- 4) Hluboká autolýza

Po usmrcení zvířete nastane přerušení krevního oběhu a přívodu kyslíku. V důsledku toho začínají ve svazech převládat anaerobní pochody, vzniká kyselina mléčná. Snižuje se hladina glykogenu a kyselina mléčná se hromadí ve svalu a způsobuje okyselení. Obsah ATP se po smrti zvířete udržuje zpočátku na stejné úrovni, po určitém čase však začne klesat. Tato prodleva v poklesu koncentrace ATP souvisí s vytvářením nových molekul ATP. Současně dochází k odbourávání ATP pomocí ATPasy [13]. Neutrální hodnota pH (6,9 -7,2) klesá do oblasti blízké izoelektrickému bodu, kolem pH 5,5. Označení masa za teplé souvisí s jeho teplotou, která dosahuje 35 - 40°C a dosud nenastalo ztuhnutí. Takové maso se díky vysoké vaznosti hodí pro výrobu salámů. Není tuhé a neuvolňuje vodu. Toto maso je možné zmrazit a vlastnosti teplého masa uchovat [15].

Rigor mortis nastává, když se vyčerpají zásoby ATP a dochází k vytvoření příčných vazeb aktinu a myosinu za vzniku aktomyosin. Navenek se to projeví posmrtnou ztuhlostí. Maso má nízké pH v důsledku vytvoření kyseliny mléčné, oxidu uhličitého a kyseliny fosforečné z ATP. Zvyšuje se údržnost, ale negativně ovlivňuje vaznost. Funkční hydrofilní skupiny jsou zablokovány v aktomyosin a poklesem pH. Maso je v tomto stádiu zcela nevhodné pro kulinární zpracování [13,15].

Zrání masa je fází posmrtných změn, kdy se opět uvolňuje ztuhlá svalovina, a zlepšují se vlastnosti masa. Uvolňování ztuhlosti je způsobeno činností enzymů proteaz aktivovaných okyselením, které štěpí bílkovinné struktury (štěpí se i kolagen) a maso křehne. Uvolňují se hydrofilní skupiny, dochází k oddalování bílkovinných vláken – myofibril a mezi nimi se imobilizuje voda. Postupně dochází k růstu pH a výsledkem je rovněž zvyšování schopnosti masa vázat vodu. Během zrání se vytváří chuťové a arómové složky masa rozpadem nukleotidů. Vzhledem k možnosti mikrobiálního napadení probíhá zrání téměř

výhradně v chladírnách, takže doba úplného zrání je poměrně dlouhá a ekonomicky náročná a v praxi se maso vyskladňuje dříve [13,15].

Hluboká autolýza je posledním stadiem postmortálních změn, kdy dochází ve větší míře k rozkladu bílkovin na oligopeptidy a aminokyseliny, maso získává nepříjemnou chuť a aróma, nastává hydrolyza tuků. K tomu často přistupuje i mikrobiální napadení a zkáza. Chuť i konzistence masa se stávají nepřijatelnými, kromě případů jako je kulinární zpracování zvěřiny [13,15].

Urychlení zrání masa se používá z ekonomických důvodů a proti prevenci ztuhnutí masa vlivem rychlého zchlazení. Provádí se [32]:

- 1) Elektrostimulace – provádí se do 1 hodiny po porážce, elektrický proud excituje svalovou práci = odbourávání ATP a glykogenu.
- 2) Masážování – naklepávání, masírování masa dochází k mechanickému rozvolnění vláken a uvolňování enzymů.
- 3) Enzymatické zkeřčování – použití proteolytických enzymů, hlavně rostlinného původu, např. bromelain, papain. Také se používají trávicí enzymy – pepsin, trypsin.

2.3.2 Mrazírenství

Zmrazování masa má za cíl prodloužení jeho trvanlivosti a je jednou z konzervačních metod, která má zabránit rozvoji nežádoucích mikrobů a tím i zkáze masa [15]. Pro dlouhodobější skladování masa je nutné použít teplot pod bodem tuhnutí, tj. maso zmrazit. O tom, že lze maso ve zmrzlém stavu uchovat velmi dlouhou dobu, svědčí i nálezy zamrzlých mamutů, jejichž maso bylo v zásadě požitelné i po tisících let.

Při zmrazování dochází k postupné přeměně vody na ledové krystaly. Ve zbytkovém roztoku se zvyšuje koncentrace solí, čímž se snižuje teplota tuhnutí tohoto roztoku a je bržděna činnost mikroorganismů v důsledku snížené aktivity vody [13]. Nicméně voda vázaná ve svalu není ani při -80°C beze zbytku ve zmrzlém stavu. Významný je i obsah mikrobiálních enzymů v mase. I při -18°C mohou fungovat bakteriální enzymy ve zbytku

vody a způsobit zkázu. Rychlost zmrazování má výrazný vliv na způsob tvorby krystalů a tím i na jakost masa. Při pomalém zmrazování vznikají ledové krystaly nejprve v mezibuněčném prostoru. Mimo to přestupuje část vody buněčnými stěnami do tohoto prostoru a podílí se na dalším zvětšování již velkých krystalů. Naopak při rychlém zmrazování vzniká velký počet malých krystalů jak uvnitř, tak i vně buněk. Tato forma zmrazování je pro maso velmi výhodná, protože při opětovném rozmrazování může být tato voda snadno znovu vázána bílkoviny. Při rozmrazování masa, které bylo zmrazeno pomalu, vznikají větší ztráty masové šťávy. S uvolněním masové šťávy dochází ke ztrátám bílkovin, vitamínů i minerálních látek [13,33]. Dobu skladovatelnosti ovlivňují fyzikální a chemické změny ve zmrazeném mase, dochází k vysychání povrchu při dlouhodobém skladování v nebaleném stavu, kdy může nastat jev zvaný mrazové spálení, což je sublimace vody z povrchu. Na mase se objevují světlejší skvrny způsobené denaturací bílkovin, hmotností ztráty, zhoršení šťavnatosti. Dále může dojít k oxidaci tuků nebo k oxidaci hemových barviv [34]. Opětovné zmrazení již rozmraženého masa je obecně považováno za nevhodný zákrok, a to z důvodů ekonomických i vzhledem k jakosti výrobku [13].

2.4 Význam masa ve výživě

Význam masa je znám už od doby kamenné, kdy zdrojem výživy bylo ulovené maso mamutů [33]. Maso je důležitou a chutnou součástí naší stravy. Pro své chuťové vlastnosti je velmi oblíbené [35].

Maso z hlediska správné výživy se cení zejména proto, že dodává lidskému organismu v porovnání s ostatní potravou nejvíce výživných stavebních látek [36]. Výživová (výživná) hodnota masa je dána kvantitativním a kvalitativním zastoupením jednotlivých z hlediska výživy člověka důležitých složek bílkovin, tuků, cukrů, minerálních látek a vitamínů. Kromě obsahu jednotlivých složek ovlivňuje nutriční hodnotu masa i využitelnost živin v organismu člověka. Pro posouzení kvality masa se zpravidla stanoví výživová hodnota bílkovin a tuků, jako hlavních výživových faktorů [37]. Maso je z nutričního hlediska velmi cenné: je zdrojem tzv. plnohodnotných bílkovin. Někdy je proto považováno za nenahraditelnou složku výživy, i když je jistě možné zajistit plnohodnotnou výživu i bez masa [9]. Vysoká biologická hodnota masa má zvláštní význam pro výživu

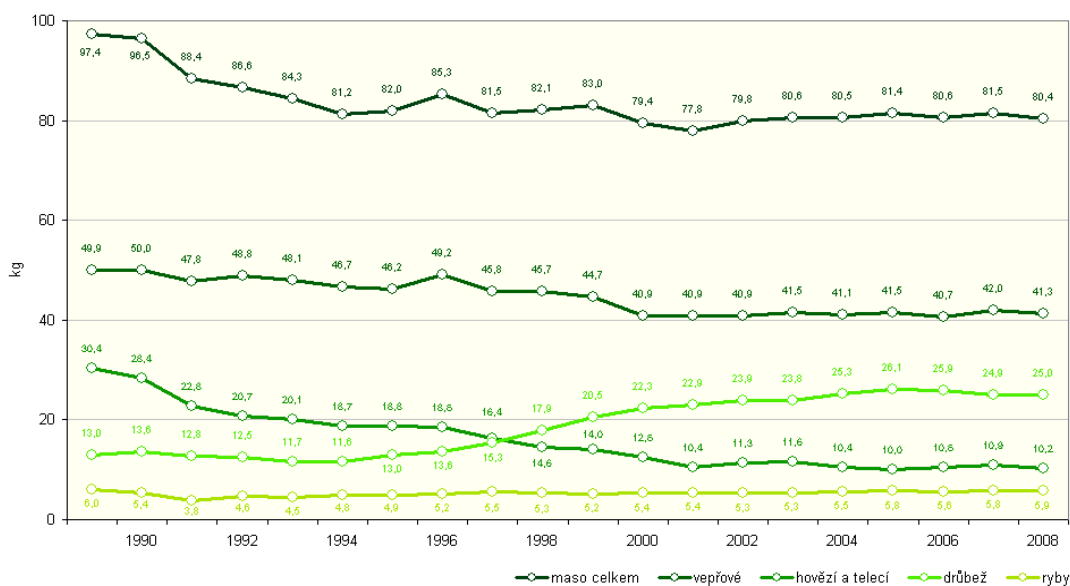
člověka. Maso obsahuje aminokyseliny, které jsou nezbytně nutné k regeneraci tkání a pro mnohé biologické a fyziologické reakce. Biologickou hodnotou potravin rozumíme nejen jejich chemické složení, ale i specifické organoleptické, dietetické a jiné vlastnosti, jakož i jejich fyziologický účinek. Maso se vyznačuje až 95% stravitelností a tím, že vytváří u člověka pocit nasycení [38].

Proteiny masa mají vysokou biologickou hodnotu, takže jejich využitelnost dosahuje v organismu značné výše. Obsah tuku v mase je často předmětem kritiky, zejména s ohledem na jeho energetickou hodnotu, která představuje více než 20 % denního příjmu [9,31]. Tuk má v mase význam i z hlediska sensorického, kde slouží jako nosič řady aromatických látek [9]. Maso a masné výrobky jsou taktéž významným zdrojem vitaminů. Platí to zejména pro vitamin A, vitamin D, thiamin, riboflavin, kyselinu pantothenovou, pyridoxin, niacin a vitamin B12. Ze stopových prvků má největší význam v mase a masných výrobcích železo a zinek. Stopové prvky jsou pro funkci organismu velmi důležité, neboť jsou součástí důležitých biologicky aktivních látek. Železo je nezbytnou součástí hemoglobinu, který zajišťuje přenos kyslíku do všech buněk těla [21]. Nedostatečná spotřeba masa může negativně působit na zdraví rostoucích organismů (dětí a adolescentů). Masu bývá nesprávně přisuzován podíl na vyšší hladině cholesterolu v krevním séru. Cholesterol je v mase obsažen v rozmezí 50 až 100 mg ve 100 g a potřebné jeho množství si lidský organismus vytváří asi ze 70 % sám. Pouze zbylých 30 % využívá z přijímaných potravin. Pravdou je, že tuky jako součásti červeného masa mohou zvyšovat hladinu krevního cholesterolu a vinu na tom nesou nasycené mastné kyseliny, které blokují tvorbu tzv. LDL receptorů [39].

2.5 Spotřeba masa

Spotřeba masa a masných výrobků u spotřebitelů je průběžně sledována. Její výše závisí na ekonomických možnostech domácností, zvyklostech a nabídce na trhu. Za dostatečnou denní spotřebu je dle nutričního doporučení považováno již 100 g, což by ročně představovalo jen asi 40 kg na osobu. Ve skutečnosti je spotřeba masa díky preferencím konzumentů vyšší [40]. Mezi lety 1961 až doteď je sledován velký nárůst spotřeby masa na celém světě. Je to způsobeno rostoucím bohatstvím v mnoha částech světa. Například v Číně byla spotřeba masa v roce 1961 pouhých 3,6 kg na osobu, zatímco v roce 2002 dosáhli spotřeby 52,4 kg na osobu a tvoří celou polovinu celosvětové spotřeby vepřového

masa, zatímco Brazílie je druhým největším spotřebitelem hovězího masa, po Spojených státech. USA a Velká Británie patří k několika málo zemím, jejichž spotřeba masa zůstává relativně stabilní. Překvapivě to není USA, s největší spotřebou (124,8 kg), ale Dánsko se šokující spotřebou masa činících 145,9 kg na osobu v roce 2002. Nejmenší spotřeba masa je zaznamenána v roce 2002 v Bangladéši se spotřebou 3,1 kg na osobu [41]. Celosvětová spotřeba masa poroste o 2 % ročně až do roku 2015, a to zejména v rozvojových zemích, kde je člověk, jenž je viděn jíst maso považován o za bohatého prosperujícího [42]. Spotřeba masa v České republice po roku 1960 začala velmi rychle stoupat až do devadesátých let, kdy došlo ke změnám ve struktuře potravin na našem trhu. V roce 2008 byla celková spotřeba masa 80,4 kg na osobu za rok, největší podíl spotřeby zaujímá vepřové maso, a to 41,3 kg na osobu za rok. Druhým nejvíce konzumovaným masem bylo drůbeží se spotřebou 25 kg na osobu za rok [43]. V roce 2006 došlo k poklesu celkové produkce drůbežího masa vlivem ptačí chřipky v ČR, ale i v Evropské unii [44]. Globální spotřeba hovězího masa na obyvatele stagnuje okolo 10 kg v rozvojových zemích okolo 6 kg. Pokles zájmu o hovězí maso v evropských zemích v posledním období negativně ovlivnil výskyt BSE (Bovinní spongiformní encefalopatie). U nás je současná spotřeba hovězího masa za rok 2008 10,3 kg na osobu a rok. Skopové maso ovlivňuje celosvětový trh s masem málo. Je však důležitou složkou potravy v řadě především chudých regionů. Průměrná spotřeba skopového masa ve světě je 1,8 kg, přičemž nejvyšší je v Mongolsku 41 kg, na Novém Zélandu 24 kg na Islandu 25 kg a dále v Austrálii, v Arabských zemích a Severní Africe [45].



Obrázek 3: Spotřeba masa v hodnotě na kosti (na obyvatele a rok) [43]

2.6 Potraviny z ekologických chovů

Dle zákona 553/2005 Sb. o ekologickém zemědělství je ekofarma definována jako uzavřená hospodářská jednotka zahrnující pozemky, hospodářské budovy, provozní zařízení a popřípadě i hospodářská zvířata sloužící ekologickému zemědělství. Bioproduktem se rozumí surovina rostlinného nebo živočišného původu nebo hospodářské zvíře získané v ekologickém zemědělství podle předpisů Evropských společenství.

Biopotravinou je potravina vyrobená za podmínek splňujících požadavky na jakost a zdravotní nezávadnost stanovené zvláštními právními předpisy [46].

Pravé a certifikované biopotraviny jsou označeny grafickým znakem BIO (případně jeho schválenými modifikacemi) s nápisem "Produkt ekologického zemědělství". Tato značka zaručuje, že produkty byly kontrolovány na každém kroku od výrobce až ke konečnému spotřebiteli. Správně označený bioprodukt nese i číslo kontrolní organizace: CZ-KEZ, nebo číslo a zkratku některé jiné evropské kontrolní organizace [47].

2.6.1 Chov zvířat v ekologickém zemědělství

Zvířata v ekologickém zemědělství jsou chována v přirozených podmínkách, které jim zaručují především dostatek životního prostoru a přirozenou stravu. Právě přirozený způsob života a kvalitní přírodní podmínky označujeme pojmem „welfare“, který je základní podmínkou pro získání označení „Bio maso“. Pastviny splňují přísná kritéria o nezatěžování krajiny odpadovým hospodářstvím, což má nepochybně pozitivní vliv na zdravý vývoj zvířete, jeho psychickou pohodu a následnou kvalitu a chuť masa. Zvířata pocházející z ekologických chovů jsou ušetřena stresu, psychické zátěže a následnému hromadění tuku v tkáni či větší náchylnosti k nemocem. Právě oslabení organismu a malá odolnost vůči nemocem jsou příčinou toho, proč je v konvenčních chovech nutné přidávat do krmiv kromě růstových hormonů preventivně také antibiotika, která však mohou následně vést k postupné resistenci bakterií v lidském organismu a následnému snížení účinnosti antibiotik k léčbě různých lidských onemocnění. To ale není všechno, při krmení zvířat v ekologickém zemědělství také platí striktní zákaz používání hormonů, škodlivých pesticidů či příkrm masokostní moučkou, původkyní známé nemoci „šílených krav“ [47,48].

2.6.2 Ekologicky vyrobené potraviny

Ze studie Low Input (QLIF) vyplývá, že kvalita plodin a živočišných produktů z ekologického a konvenčního zemědělství se značně liší [49].

Konkrétní výsledky ze studie, prokázaly, že ekologické metody produkce potravin mají za následek [50] :

- větší množství nutričně žádoucích látek (např. vitamíny, antioxidanty a poly-nenasycené mastné kyseliny, jako jsou omega-3),
- menší množství nutričně nežádoucích látek jako jsou těžké kovy, mykotoxiny, rezidua pesticidů a glykoalkaloidy.

Dalším názor na ekologicky vyrobené potraviny, který vydala agentura Food Standards Agency je, že "Spotřebitelé si mohou vybrat ke koupi ekologické ovoce, zeleninu a maso, protože se domnívají, že tyto potraviny mají být výživnější než potraviny vyprodukované konvenčním způsobem". Nicméně, současné vědecké práce tento názor nepodporují [51].

Na Londýnské škole hygieny a tropické medicíny vypracovali studii, ve které porovnává nutriční parametry biopotravin s konvenčně vyrobenými potravinami, ze zdrojů shromážděných během 50 let. Došli k závěru, že není žádný důkaz, který by potvrdil příznivý vliv konzumace ekologických potravin na zdraví člověka, v souvislosti obsahem živin v potravinách [52]. Taktéž další studie neprokázaly vyšší obsah nutričních látek v biopotravinách, což by bylo z hlediska výživy přijatelnější pro konzumenta a ani to, že by dokonce měli rozdílnou chuť [53,54,55].

Čeští ekofarmáři produkují v biokvalitě především hovězí, kuřecí, vepřové a jehněčí maso. Pochází výhradně z kontrolovaných ekologických chovů a lze u něj vždy prokazatelně zjistit původ. Podle Petra Krogmana má biomaso výraznější chuť. Nejvíce je rozdíl znát u biokuřecího. Maso je křehké a zároveň pevné. Daniel Syrový, který je v České republice znám jako gurmán a milovník masa, tvrdí, že biomaso opravdu poznáte podle chuti, struktury a taktéž z jaké části zvířete pochází. Biomaso je křehčí, ale zároveň pevnější a chuťově velmi výrazné [56].

3 TRÁVENÍ ŽIVIN

Při procesu trávení jsou jednotlivé živiny (tuky, cukry a bílkoviny) rozkládány pomocí trávicích enzymů na jednodušší látky. Trávení je mechanické a chemické zpracování potravin. Živiny mohou vstoupit do vnitřního prostředí až po jejich úpravě, jinak je organismus nemůže vstřebat a využít [57]. Tato přeměna probíhá v trávicím ústrojí, což je systém, který zajistí příjem a zpracování látek energeticky bohatých a látek obsahujících základní stavební součásti organismu. Z dutiny trávicího ústrojí jsou rozložené látky vstřebávány do tělesných tekutin [58]. Vstřebávání natrávených živin, vitaminů, vody a minerálů z trávicího traktu probíhá buď pasivně (osmózou, difúzí) nebo aktivně (primárně nebo sekundárně aktivním transportem). Malá část látek je resorbována endocytózou [57]. Trávicí ústrojí se skládá z trávicí trubice (dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké a tlusté střevo) a žlázových orgánů (slinné žlázy, slinivka břišní, játra). Trávicí ústrojí zpracovává potravu jednak mechanicky, jednak chemicky. Při mechanickém zpracování se potrava drtí, rozmělnuje, hněte a promíchává s trávicími šťávami. Při chemickém zpracování se různé části potravy převádějí v takovou podobu, aby se mohly vstřebat a aby je organismus mohl dále použít podle svých potřeb.

Potrava se dostává do trávicího systému, kde se zpracovávají složité látky na jednodušší, aby se mohly vstřebat a organismus je mohl využít. Nestrávené složky a nevyužité jsou z těla odstraňovány.

Nejdůležitějším orgánem z hlediska trávení a vstřebávání je tenké střevo a to z několika důvodů[59]:

1. Působí zde většina trávicích enzymů (tj. enzymy pankreatické a střevní).
2. Do duodena je secernována žluč, která je nezbytná pro normální průběh trávení a vstřebávání tuků.
3. Vzhledem k morfologickému uspořádání sliznice jsou v tenkém střevě optimální podmínky pro vstřebávání látek.

3.1 Trávení sacharidů

Strava obsahuje značné množství sacharidu různé struktury. Jsou v ní zastoupeny monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy, z nichž některé jsou hůře stravitelné [60]. V běžné stravě je z cukrů nejvíce zastoupen polysacharid škrob, dále disacharidy laktóza (mléčný cukr) a sacharóza (řepný cukr). Trávení škrobu, který je tvořen až několika tisíci molekulami glukózy, je zahájeno v dutině ústní účinkem slinné α -*amylázy* (*ptyalin*), která štěpí škrob na dextriny a maltózu [61]. Maltóza se skládá ze dvou molekul glukózy, α -dextrin je oligosacharid tvořený několika molekulami glukózy. V žaludku nedochází k trávení cukru, protože reakce α – *amylasy* je v kyselém prostředí rušena. Největší význam má trávení škrobu v tenkém střevě, účinkem pankreatické α – *amylasy*. Enzymy rozštěpí škrob až na jednotlivé molekuly glukózy, které jsou rychle vstřebávány díky aktivnímu transportu. Ve střevní šťávě a na povrchu slizničních buněk je enzym sacharasa štěpící disacharid sacharosu a laktasa štěpící laktosu. Vlákna se tráví až v tlustém střevě účinkem bakterií [60].

3.2 Trávení bílkovin

Trávení proteinů začíná v žaludku, kde se potrava mísí s žaludečními šťávami, jež vylučuje stěna žaludku. V žaludeční šťávě je poměrně vysoká koncentrace kyseliny chlorovodíkové (HCl). Díky ní je v žaludku velmi kyselé prostředí a pH je kolem 2. Hydrolýza proteinů probíhá v několika stupních. Nejprve vznikají polypeptidy, z nich oligopeptidy a konečnými produkty jsou aminokyseliny. Toto kyselé prostředí vede k narušení mezibuněčné hmoty mezi buňkami potravy a dále ničí bakterie (baktericidní účinky). Součástí žaludečních šťáv je proteolytický enzym pepsin, který rozkládá bílkoviny na menší polypeptidy [56]. V žaludku se rozštěpí 10-20% proteinů [20,62].

Hlavním místem trávení bílkovin je tenké střevo. Zdroji enzymů jsou pankreatická a střevní šťáva. V tenkém střevě se díky enzymu slinivky břišní *trypsinu* rozkládají polypeptidy na peptidy. *Trypsin* je vylučován jako neaktivní *trypsinogen*. Aktivuje se autokatalyticky nebo účinkem střevní *peptidázy*, *enterokinázy*. Úkolem *trypsinu* je i aktivace *chymotrypsinu*. Účinek *chymotrypsinu* je obdobný jako u *trypsinu* a to produkce směsi peptidů z bílkovin. Dalším enzymem je *elastáza*, její funkcí je štěpení peptidové

vazby mezi glycinem, alaninem a serinem. Na působení enzymů štěpících bílkoviny navazuje účinek enzymů štěpících peptidy, tzv. *peptidázy*. Jsou to enzymy aminopeptidázy, karboxypeptidázy a dipeptidázy, které nakonec rozdělují řetězce na jednotlivé aminokyseliny [20,60,61].

3.3 Trávení lipidů

V běžné stravě jsou nejvíce zastoupeny triacylglyceroly (neboli neutrální tuky), méně pak fosfolipidy a cholesterol. Trávení lipidů začíná v žaludku účinkem žaludeční lipasy, která štěpí tuky na mastné kyseliny a glycerol. Žaludeční trávení lipidů nemá velký význam, neboť v žaludku nejsou tuky rozptýleny na drobné kapénky. Hlavním místem trávení lipidů je tenké střevo a zdrojem lipasy je zde pankreatická šťáva. Tuky musí být rozptýleny v drobné kapénky, tj. musí být emulgovány, což nastává působením žluči, kdy soli žlučových kyselin způsobují snížení povrchového napětí a tuk je tak rozptýlen na drobné kapénky. To má za následek zvětšení povrchu a lipasa se dostává rychleji k částicím tuku, u nichž štěpí esterickou vazbu mezi glycerolem a mastnými kyselinami. Emulgace napomáhá pronikání produktu štěpení do buněk střevní sliznice. Mastné kyseliny s krátkým řetězcem nepodléhají žádným změnám a přechází prostou difusí přímo do krve. Mastné kyseliny s delším řetězcem jsou využívány k esterifikaci monoglyceridu na triglyceridy [20,60,62].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomová práce byla zaměřena na:

- stanovení základních nutričních charakteristik vybraných druhů masa, tj. stanovení obsahu vody, schopnosti masa vázat přidanou vodu, pH masa, stanovení celkového obsahu dusíkatých látek a obsah tuku v mase.
- Dalším cílem bylo stanovení stravitelnosti vybraných druhů masa v tepelně upraveném stavu pomocí směsného enzymatického preparátu *pankreatinu*, *pepsinu* a pomocí kombinované stravitelnosti.

Pro stanovení základních nutričních charakteristik masa byly použity tři druhy masa zakoupených na ekofarmě. A to maso pštrosí, perliččí a krůtí.

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Analyzované vzorky

Pštroší maso – pštroší stehna, mražená, hmotnost 1 kg, skladováno v mrazícím zařízení při -18°C , *výrobce*: Ekofarma Brumov, Zdeněk Slabík

Perliččí maso – perliččí stehna, mražené, hmotnost 0,5 kg, skladováno v mrazícím zařízení při -18°C , *výrobce*: Ekofarma Brumov, Zdeněk Slabík

Krůtí maso – krůtí stehna, mražená, hmotnost 0,5 kg, skladováno v mrazícím zařízení při -18°C , *výrobce*: Ekofarma Štúdlov, Marta Beňová

5.2 Použité přístroje a zařízení

Analytické váhy (ADAM, AFA-210 LC)

Předvážky (Kern, SRN)

Mrazák (Whirpool)

Stolní digitální pH metr (HANNA)

Inkubátor Daisy (ANKOM technology)

Temperovaná vodní lázeň (Memmert, SRN)

Sušárna (Venticell, BMT)

Mineralizátor Bloc Digest 12

Automatická destilační jednotka Pro-Nitro 1430

Elektrický vařič (ETA)

Mixér (ETA)

Muflová pec (MLW, Elektro)

Automatická pipeta (Biohit, M 1000)

Texture Analyse – BioPro, TA.XT.^{Plus}

Nástavec Warner-Bratzler, Blade set

Další základní laboratorní pomůcky

5.3 Chemikálie

Destilovaná a redestilovaná voda

Peroxid vodíku (Chemické závody Sokolov)

Kyselina boritá (Lachema, Brno)

Koncentrovaná kyselina sírová (Lachema, Brno)

Směsný katalyzátor

Hydroxid sodný (Penta, Ing. Petr Švec)

Kyselina chlorovodíková (Lachema, Brno)

Aceton (Lachema, Brno)

n-hexan (Penta, Ing. Petr Švec)

Dihydrogenfosforečnan draselný (Penta, Ing. Petr Švec)

Hydrogenfosforečnan sodný . 12 H₂O (Lachema, Brno)

Pankreatin (z vepřové slinivky, proteázová aktivita 350 FIP – U.g-1, lipázová aktivita 6000 FIP – U.g-1, amylázová aktivita 7500 FIP – U.g-1, Merk KGaA, Německo)

Pepsin (z vepřové žaludeční sliznice, 0,7 FIP–U/g, Merk KGaA, Německo)

5.4 Metodika stanovení

Stanovení základních nutričních charakteristik masa bylo provedeno podle návodů pro laboratorní cvičení z Analýzy potravin, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně [63] a také podle chemického vyšetření masa, Straka a Malota [17]. Analýza byla provedena u jednoho druhu masa vždy třikrát, z důvodů pro lepší porovnání výsledků provedených analýz. Vzorky masa byly skladovány za téže podmínek.

5.4.1 Stanovení obsahu vody

Obsah vody v mase byl stanoven sušením s mořským pískem při teplotě 105°C do konstantní hmotnosti. Do předem předsušených hliníkových vysoušeček bylo naváženo 30 g předsušeného mořského písku. Do takto připravených misek s pískem bylo na analytických vahách naváženo cca 10 g rozmixovaného vzorku masa, který byl ovlhčen asi 5 ml etanolu. Vzorek byl důkladně promíchán s pískem a vložen do sušárny. Nejprve byl vzorek sušen při 60 °C v pootevřené sušárně po dobu 1 hod a poté byla teplota zvýšena na 105°C a vzorek byl sušen do konstantní hmotnosti.

Obsah vody v mase v % (w/w) byl vypočten ze vztahu [63]:

$$\text{Obsah vody} = \frac{m_1 - m_2}{n} \cdot 100, \quad (1)$$

kde

m_1 je hmotnost vysoušečky s pískem a vzorkem před sušením [g],

m_2 je hmotnost vysoušečky se vzorkem po sušení [g],

n je navážka vzorku [g].

5.4.2 Stanovení schopnosti masa vázat přidanou vodu

Vaznost masa byla provedena upravenou lisovací metodou podle Graua a Hamma. Vzorek masa byl rozmixován a na filtrační papír bylo naváženo 2 g s přesností 0,0001g. Filtrační papír se vzorkem byl umístěn na skleněnou desku, vzorek byl přiklopen další skleněnou deskou a zatížen 500 g závažím po dobu 5 minut. Poté byl vzorek masa seškrábnut na předem zvážený filtrační papír a vzorek byl zvážen.

Vaznost masa v % byla vypočítána ze vztahu [65]:

$$W = \frac{m_x - m_y}{m_x} \cdot 100, \quad (2)$$

kde

m_x je hmotnost vzorku před vylisováním (g),

m_y je hmotnost vzorku po vylisování (g).

5.4.3 Měření pH masa

Byla provedena metoda vodného výluhu. Vodný výluh byl připraven z čisté svaloviny, to znamená, že byla odstraněna tuková tkáň a vazivo. Svalovina byla důkladně rozmělněna pomocí mixéru. Z rozmělněného vzorku bylo odváženo 10g do kádinky o objemu 250 ml. Ke vzorku bylo přimícháno 100 ml destilované, čerstvě převařené a vychladlé vody. Vzorek byl nechán 30 minut stát za občasného míchání. Získaný výluh byl zfiltrován a proměřen pomocí stolního digitálního pH metru [63].

5.4.4 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

Pro stanovení celkového obsahu dusíku bylo nejprve nutno provést mineralizaci vzorku a následně poté proběhlo vlastní stanovení dusíkatých látek podle Kjeldahla s úpravou podle Winklera.

a) Mineralizace vzorku mokrou cestou

Do mineralizační zkumavky bylo na analytických vahách naváženo 0,25 g rozmixovaného vzorku masa s přesností na 0,0001 g. V digestoři bylo ke vzorku přidáno 10 ml koncentrované kyseliny sírové, dvě kapky peroxidu vodíku a 1 tableta směsného katalyzátoru ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ v poměru 10:1). Následně byla baňka vložena na topnou desku mineralizátoru Bloc Digest 12 s přídatným zařízením umožňujícím odsávání par vznikajících zplodin. Poté byla zapnuta pračka plynů, která je složena ze dvou promývaček. V první dochází k částečné kondenzaci par a v druhé, v níž je 13% NaOH, k jejich neutralizaci. Teplota ohřevu byla nastavena na 400 °C. Mineralizace probíhala 1 hodinu. Po zchladnutí se do zkumavek přidala destilovaná voda do objemu 25 ml.

b) Stanovení metodou podle Kjeldahla s úpravou podle Winklera

Ze získaného bílkovinného mineralizátu se amoniak, který byl uvolněn ze síranu amonného pomocí 30% NaOH, byl predestilován s vodní parou v destilačním přístroji do roztoku kyseliny trihydrogenborité (22 g H₃BO₃ + 30 ml indikátoru pro titraci amoniaku, doplněno vodou do 2 l). Vzniklý boritan amonný byl stanoven titračně odměrným roztokem 0,1 mol.dm⁻³ kyseliny chlorovodíkové na indikátor metylčerveň. Pro stanovení byla použita automatická destilační jednotka Pro-Nitro 1430.

Množství hrubé bílkoviny v % bylo vypočteno ze vztahu [17]:

$$x = \frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F, \quad (3)$$

kde

P₂ je obsah dusíku [mg],

n je navážka vzorku [g],

F je přepočítávací faktor 6,25.

5.4.5 Stanovení tuku extrakcí podle Soxhlet – Henkel

Z rozemletého vzorku masa bylo naváženo cca 2 g na filtrační papír, do kterého byl vzorek zabalen a vložen do extrakční patrony a byl zavíčkovan pomocí vaty. Do předem vysušené a zvážené baňky se zábrusem s několika varnými kuličkami bylo přidáno rozpouštědlo, nejvhodnějším bylo použít 100 ml n-hexanu. Do nástavce na extrakční kolonu byla vložena extrakční patrona se vzorkem. Baňka byla nasazena na spodní část nadstavce extrakční kolony. A celý nástavec byl umístěn do vyhřívaného hnízda a připevněn k chladiči. Extrakce tuku probíhala 6 hodin, poté byl slit n-hexan. Baňka s obsahem tuku a se zbytkem n-hexanu byla umístěna do digestoře do druhého dne. Dále byla baňka vložena na 1 hodinu při 105°C do sušárny, poté byla vložena do exsikátoru vychladnout. Po zchladnutí byla baňka zvážena.

Množství obsahu tuku v hm.% bylo vypočteno ze vztahu [17] :

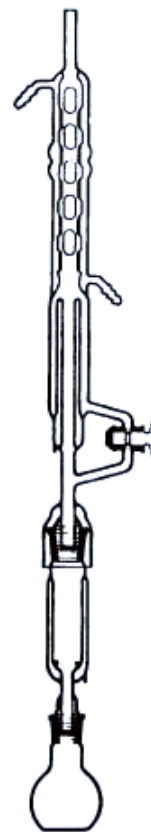
$$tuk = \frac{B_T - B_P}{n} \cdot 100, \quad (4)$$

kde

B_T je baňka s tukem [g],

B_P je prázdná baňka [g],

n je navážka vzorku [g].



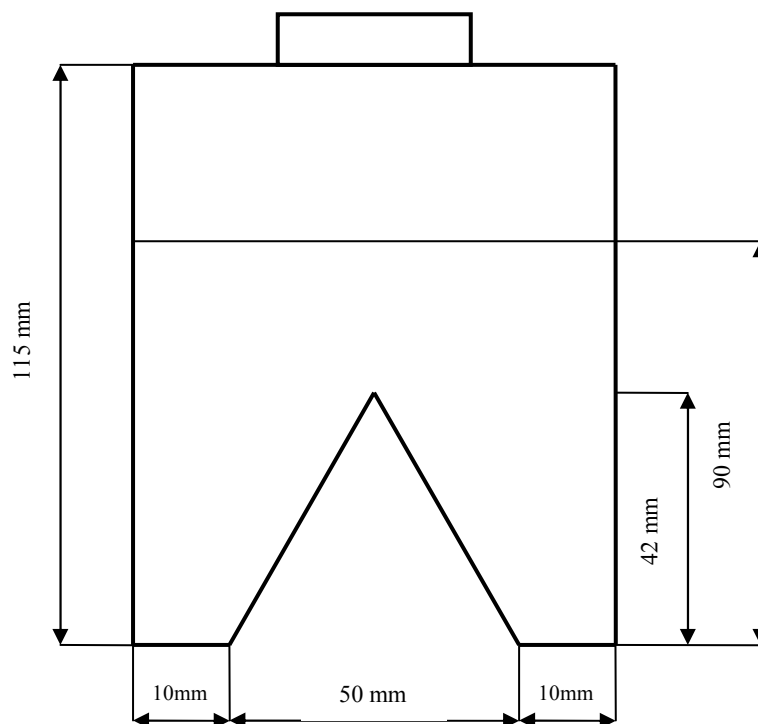
Obrázek 4: Extraktor podle Soxhlet [17]

5.4.6 Stanovení textury masa

Termín textura v sobě zahrnuje škálu různých vlastností jako měkkost, křehkost, konzistenci. Při stanovení textury masa byla provedeno měření křehkosti masa metodou stříhu podle Warner – Bratzlera. Metodika byla provedena dle Christensena et. al. (2000). Metoda simuluje skousnutí vzorku masa řezáky v dutině ústní. Metodika pro stanovení křehkosti masa je složena ze dvou částí [63]:

- Příprava vzorku masa – vzorky masa byly vloženy do vroucí vodní lázně, v níž byly tepelně opracovávány až do dosažení teploty 70°C v jádře vzorku masa. Teplota byla udržována po dobu 30 minut.
- Vlastní stanovení křehkosti – Pro měření křehkosti masa byla použita metoda stříhu podle Warner-Bratzlera na přístroji TA.XT. Texture analyse - Bio Pro. Ze vzorků masa byly vyřezány pravoúhlé vzorky masa definovaných rozměrů (šířka 10 mm,

výška 10 mm, délka 50 mm). Vyřezaný vzorek byl umístěn do přístroje a pomocí řezacích nůžek ve tvaru „ V “ byl seříznut kolmo na masové vlákna. Rychlost pohybu příčnicku byla zvolena $50 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Senzorem byl měřen a počítačem zaznamenáván průběh síly v závislosti na čase, a to až do úplného přestřížení vzorku. Maximum síly (N) potřebné k přestřížení vzorku charakterizuje jeho křehkost.



Obrázek 5 : Nástavec pro měření síly ve stříhu dle Warner-Bratzlera

5.4.7 Stanovení stravitelnosti masa gravimetrickou metodou *in vitro*

Metodou byla stanovena stravitelnost masa působením enzymy *pepsinem*, *pankreatinem* a kombinovanou metodou s použitím inkubátoru Daisy. Pro stanovení byla použita metodika podle Mišurcové [64]. Stravitelnost byla stanovována u vařeného masa, kdy 50 g masa bylo vloženo do vroucí vody a nechalo se 45 min. povařit. Metodika pro stanovení je složena ze tří částí:

- Stanovení sušiny - do předem předsušené misky bylo naváženo 1 g s přesností na 0,0001 g vzorku a sušeno v sušárně při 105°C do konstantního úbytku hmotnosti. Poté byly misky uloženy do exsikátoru a následně zváženy.
- Stanovení popela – do porcelánových kelímků bylo naváženo 1 g s přesností na 0,0001 g vzorku a spalováno v muflonové peci 5,5 hodiny při 550°C, dále byly vloženy do exsikátoru a zváženy.
- Stanovení stravitelnosti

Bylo naváženo s přesností na 0,0001 g 0,25 g vzorku masa do předem zvážených filtračních sáčků, které byly promyty v acetonu. Takto připravené sáčky a prázdný sáček pro výpočet korekcí byly zataveny a vloženy do inkubační láhve.

Do inkubační láhve v prvním případě bylo přidáno 1,7 l 0,1M kyseliny chlorovodíkové předem vytemperované na 40 °C a 3 g *pepsinu*.

Druhá inkubační láhev byla naplněna 1,7 l fosfátovým pufrem a bylo přidáno 3 g *pankreatinu*. Fosfátový pufr byl připraven smícháním 3,0865 g KH_2PO_4 a 32,4890 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ do 1,7 l vody a upraveno pH na 7,45.

V třetí láhvi byla provedena stravitelnost kombinovanou metodou, to znamená, že prvních 24 hodin v inkubátoru byla provedena hydrolýza pepsinem. Láhev byla naplněna 1,7 l 0,1M kys.chlorovodíkové s 3 g *pepsinu*. Poté byl obsah láhve vylit a naplněn 1,7 l fosfátovým pufrem s 3 g *pankreatinu* a vložen do inkubátoru.

Po 24 hodinové inkubaci v inkubátoru Daisy (teplota 40 °C) byly sáčky promyty destilovanou vodou, přebytečná voda byla odstraněna za pomoci filtračního papíru. Následně byly sáčky vysušeny v sušárně při 105 °C po dobu 24 hodin. Po vysušení byly sáčky umístěny do exsikátoru a zváženy. Následně byly sáčky spáleny v porcelánových kelímcích v muflonové peci při 550 °C po dobu 5,5 hodiny a po zchladnutí v exsikátoru opět zváženy.

Hodnoty stravitelnosti, vyjádřené jako stravitelnost sušiny (DMD) a stravitelnost organické hmoty (OMD), byly vypočteny z následujících vztahů [64]:

$$DMD = 100 - \frac{100 \cdot DMR}{m_2 \cdot DM}, \quad (5)$$

$$DMR = m_3 - m_1 c_1, \quad (6)$$

$$DM = \frac{Su \cdot m_s}{100}, \quad (7)$$

$$OMD = 100 - \frac{100 \cdot (DMR - AR)}{m_2 \cdot DM \cdot OM}, \quad (8)$$

$$AR = m_4 \cdot m_1 c_2, \quad (9)$$

$$OM = \frac{Su - Po}{100}, \quad (10)$$

kde

DMD je hodnota stravitelnosti sušiny vzorku [%],

OMD je hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku [%],

DMR je hmotnost vzorku bez sáčku po inkubaci a vysušení [g],

DM je obsah sušiny ve vzorku [g],

Su je obsah sušiny ve vzorku [%],

AR je hmotnost popela vzorku bez sáčku [g],

OM je obsah organické hmoty v sušině vzorku [g],

Po je obsah popela ve vzorku [%],

m_1 je hmotnost sáčku [g],

m_2 je hmotnost vzorku [g],

m_3 je hmotnost vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci [g],

m_4 je hmotnost popela vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci [g],

m_s je hmotnost vzorku na stanovení sušiny [g],

c_1 je korekce hmotnosti sáčku po inkubaci [g],

c_2 je korekce hmotnosti sáčku po spálení [g].

Výpočet korekcí:

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1}, \quad (11)$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1}, \quad (12)$$

kde

m_s je hmotnost vysušeného sáčku po inkubaci [g],

m_p je hmotnost popela sáčku [g].

Mezi další metody, které lze využít pro stanovení základních nutričních charakteristik masa patří např.: stanovení amoniaku podle Conwaye, stanovení aminokyselin, dusitanů, stanovení čísla kyselosti, zmýdelnění a jodového čísla tuků a dále stanovení glykogenu pomocí anthronu [17].

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky chemických analýz jsou uváděny jako aritmetický průměr z šesti stanovení, pouze výsledky stravitelnosti masa jsou uvedeny jako aritmetický průměr ze tří stanovení. Odhad vzniklých nahodilých chyb během měření je uveden jako směrodatná odchylka za výsledkem (průměr \pm S. D.). Výpočet výsledků byl zautomatizován pomocí zadaných funkcí a vzorců do programu Microsoft Office Excel 2007.

6.1 Výsledky a diskuze stanovení obsahu vody

Obsah vody v mase byl stanoven podle postupu uvedeného v kapitole 5.4.1. Po dokonalém vysušení do konstantní hmotnosti a zvážení vzorků, byl obsah vody vypočten pomocí vzorce 1 a výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4 : Výsledky stanovení obsahu vody v mase [%]

Druh masa	Obsah vody [%]
Pštros I	72,38 \pm 0,37
Pštros II	72,23 \pm 0,29
Perlička I	73,44 \pm 0,44
Perlička II	73,00 \pm 0,29
Krůta I	73,44 \pm 0,17
Krůta II	73,12 \pm 0,13

Obsah vody v rozmrzlém pštrosím mase byl 72,38 % a 72,23 %. Vzorky masa byly pořízeny ze dvou kusů zvířat, ale ze stejného ekologického chovu. Dále byl zjištěn obsah vody v perliččím mase, který činil 73,44 % a 73,00 %. U krůtího masa činil podíl vody 73,44 % a 73,12 %. Obsah vody v mase bývá udáván 75 % v čerstvém mase [66]. Vzorky byly odebrány ze stehenní části zvěře. V dostupné literatuře je udáván obsah vody v čerstvém pštrosím mase 76,3 % [22]. V perliččím mase byl obsah vody stanoven na 72,7 - 73,1 % jak uvádí Zabloudil F. a Krčma J. [67]. Obsah vody u krůt je značně rozdílný dle části masa, stáří zvířete a taktéž na způsobu chovu. Obsah je uváděn v rozmezí

60-70 % vody [13]. Z výsledků je patrné, že bylo postupováno správně a malé rozmezí mezi výsledky jsou podle mne zapříčiněny, tím že maso bylo zmrazováno. Voda v maso je přirozenou součástí a rychlým zmrazováním dojde k vytváření ledových krystalků. Dochází k expanzi vody a tím k vypadávání krystalků. Při rozmrazení vzorku dochází ke ztrátě vody z masa [68].

6.2 Výsledky a diskuze stanovení schopnosti masa vázat přidanou vodu

Schopnost masa vázat přidanou vodu byla stanovena podle metody uvedené v kapitole 5.4.2 a vypočítána podle vzorce 2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Výsledky vaznosti masa [%]

Druh masa	Vaznost [%]
Pštroš I	12,60 ± 1,07
Pštroš II	12,45 ± 0,95
Perlička I	12,59 ± 0,77
Perlička II	12,14 ± 0,81
Krůta I	13,76 ± 1,09
Krůta II	13,55 ± 0,96

Stanovení vaznosti masa je velmi složitou záležitostí. Především zde záleží na tom, jakým způsobem definujeme volnou a vázanou vodu. Vždy jde o uzanční metodu, u níž je definována vázaná voda jako ta, která se v maso udrží za podmínek metody. Maso bylo vystaveno působení mechanické síly a vaznost byla vypočtena z množství uvolněné vody [9]. Vaznost masa je velmi významná vlastnost masa, která ovlivňuje zpracování masa. Dalším hlediskem, které významně ovlivňuje schopnost masa vázat vodu, je průběh posmrtných změn svaloviny, kdy vaznost nejprve klesá v důsledku okyselení a vytvoření pevné struktury a poté se zvyšuje s postupným zráním masa [69]. Schopnost masa vázat vodu ovlivňuje rychlost poklesu pH, proteolýza a také oxidace proteinů. Proteiny jsou hlavními články při ovlivňování schopnosti masa vázat vodu. Velké množství vody ve

svalu způsobuje rozbřednutí struktury buněk, včetně intra- a extramyofibrilárních prostor. Tyto prostory zadržují vodu díky prostorovému uspořádání bílkovin [70].

Schopnost pštrošího masa vázat přidanou vodu byla vypočtena na 12,60 % a 12,45 %. Z dostupné literatury je známá vaznost pštrošího masa 11,9 %, která byla vypracována dle metody Grau a Hamm modifikována dle Pohja a Niinivaara [22]. Metoda není totožná, a proto podle mne vznikly rozdílné výsledky. Dále byla vyhodnocena vaznost u perliččího masa a to s výsledkem 12,59 % a 12,14 %. U krůtího masa byla schopnost vázat přidanou vodu nejvyšší a to 13,76 % a 13,55%. Z dostupné literatury byly zjištěny výsledky schopnosti vázat přidanou vodu u krůtího masa až 26 %. Vaznost u ostatních druhů mas byla vyhodnocena z dostupné literatury následovně: vepřové maso má schopnost vázat vodu z 31 - 48% , kuřecí maso z 25 – 27 % [71].

6.3 Výsledky a diskuze stanovení pH

Pro zjištění hodnoty pH byla použita metoda vodného výluhu. Hodnota pH byla stanovována podle metody uvedené v kapitole 5.4.3 a výsledky byly uvedeny do tabulky 6.

Tabulka 6: Výsledky hodnot pH vodného výluhu z masa

Druh masa	pH
Pštros I	6,09 ± 0,01
Pštros II	6,08 ± 0,01
Perlička I	5,98 ± 0,01
Perlička II	6,01 ± 0,01
Krůta I	6,10 ± 0,01
Krůta II	6,13 ± 0,01

Hodnota pH je jeden z mnoha kvantitativních znaků pro objektivní posouzení změn v masě v průběhu skladování. Hodnota pH se značně liší podle druhu mas. Pro vepřové a hovězí maso je optimální pH 5,6 - 5,8. V čerstvě poraženém masě je hodnota pH mnohem vyšší, např. u čerstvého hovězího masa je pH = 6,5 a po týdnu skladování při -1,5°C pH klesá na

5,7 [72]. V praxi dochází k největším změnám pH prvních 24 hod po porážce, kdy dochází k tvorbě kyseliny mléčné odbouráváním svalového glykogenu. Koncentrace glykogenu je jeden z nejdůležitějších faktorů ovlivňující kvalitu masa a jeho rezervy ve svalech určují konečnou hodnotu pH [74,75]. Snižování pH také souvisí s fyziologickým stavem svaloviny v době omračování, s tvorbou laktátu nebo schopností svaloviny produkovat energii ve formě ATP [76]. Pomocí metody vodného výluhu bylo změřeno pH u pštrosího masa a to s výsledkem $\text{pH} = 6,08 - 6,09$. Z dostupné literatury, kde byly posuzovány dva typy pštrosů (Černý Africký pštros, Modrý Zimbavský pštros) bylo naměřeno pH v rozmezí 5,79-6,11 [22,77,78]. Dále bylo vyhodnoceno pH u perliččího masa a to $\text{pH} = 5,98 - 6,01$. V dostupné literatuře nebyla vypracována žádná studie na perliččí maso, z toho důvodu bylo hodnoceno oproti drůbežímu masu. U drůbežího masa je hodnota poněkud vyšší a to $\text{pH} = 6,0 - 6,2$ [73]. U krůtího masa bylo naměřeno $\text{pH} = 6,10 - 6,13$. Ze studie bylo zjištěno, že po rozmrazení krůtího masa byla hodnota $\text{pH} = 6,39$. Maso bylo ovšem zmrazováno pomocí kapalného dusíku [79].

6.4 Výsledky a diskuze stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

Stanovení celkového obsahu bílkovin bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 5.4.4. a výsledky byly vypočteny podle vzorce 3. Celkový obsah hrubých bílkovin je uveden v tabulce 7.

Tabulka 7: Množství hrubé bílkoviny [%]

Druh masa	% hrubé bílkoviny
Pštros I	$21,54 \pm 0,09$
Pštros II	$21,49 \pm 0,10$
Perlička I	$21,47 \pm 0,05$
Perlička II	$21,38 \pm 0,08$
Krůta I	$21,25 \pm 0,11$
Krůta II	$21,18 \pm 0,07$

Z výsledků stanovení celkového obsahu dusíkatých látek lze vypočítat, že obsah hrubé bílkoviny je přibližně stejný ve všech vzorcích mas. Největší obsah hrubé bílkoviny byl zjištěn u pštrosího masa a to 21,54 %. Dostupná literatura uvádí průměrný obsah 21,2 % hrubé bílkoviny u pštrosího masa [22]. Obsah hrubých bílkovin u vzorku perliččího masa byl stanoven na 21,47 %, z dostupné literatury byl zjištěn průměrný obsah 21,23 % [67]. Obsah bílkoviny u krůtího masa byl nejmenší a to 21,18%. U krůtího masa bývá v literatuře uveden obsah až 25 % bílkovin [9]. Vzorky masa byly srovnávány se vzorky z konvenčního chovu.

6.5 Výsledky a diskuze stanovení extrakce tuku podle Soxhlet- Henkel

Stanovení obsahu tuku bylo provedeno pomocí extrakce dle metodiky Soxhlet – Henkel podle postupu uvedeného v kapitole 5.4.5. a výsledky byly vypočteny podle vzorce 4. Celkový obsah tuku ve vzorcích je uveden v tabulce 8.

Tabulka 8: Obsah tuku u vybraných druhů mas [%]

Druh masa	% tuku
Pštros	3,41 ± 0,05
Perlička	4,86 ± 0,02
Krůta	7,07 ± 0,32

V literatuře je uvedeno mnoho výsledků obsahu tuku ve vybraných druzích mas, výsledky jsou velmi rozdílné, např. Pipek uvádí, že obsah tuku v krůtím mase je v rozmezí od 8 % u hubených krůt až po 19 % u tučných krůt, tyto krůty jsou brány z konvenčního chovu. U kuřecího masa je obsah tuku vyjádřen od 4 % do 12 % dle tučnosti kuřat [13]. Dále je často publikováno, že krůtí maso je všeobecně považováno za zdravé maso, obsahuje průměrně 169 cal, 4 g tuku a 82 mg cholesterolu na 100 g vzorku. Ve stejném množství pštrosího masa však bylo zjištěno 114 cal, 2 g tuku a 68 mg cholesterolu [80,81]. V perliččím mase bývá udáváno množství tuků 1,2 g na 100 g vzorku [62]. Naproti tomu u vepřového masa bývají uvedeny hodnoty na 100 g vzorku průměrně 25 – 28 g tuku,

99 - 102 mg cholesterolu a 323 – 398 cal [81]. V dostupné literatuře bývá uváděn obsah u pštrošího masa až 4 g ve 100 g libového masa [83]. Z dostupné literatury byl zjištěn obsah tuku u čeledi *hrabavých* 1 – 35 % a v sušině vzorku se pohybuje obsah tuku 5 – 50 % [20].

Obsah tuku u vybraných vzorků mas z ekologického chovu byl vypracován pomocí extrakce tuku dle Soxhlet – Henkel. Nejnižší obsah tuku byl zjištěn u pštrošího masa a činil 3,41 %, dále u perliččího 4,86 % a u krůtího byl obsah tuku nejvyšší s hodnotou 7,07 %, ale přesto tato hodnota je nižší než uvádí Pipek, pravděpodobně je to vlivem ekologického chovu, tím že zvířata mají dostatek pohybu ve volném výběhu na farmách, jak je dáno ve vyhlášce pro ekologický chov.

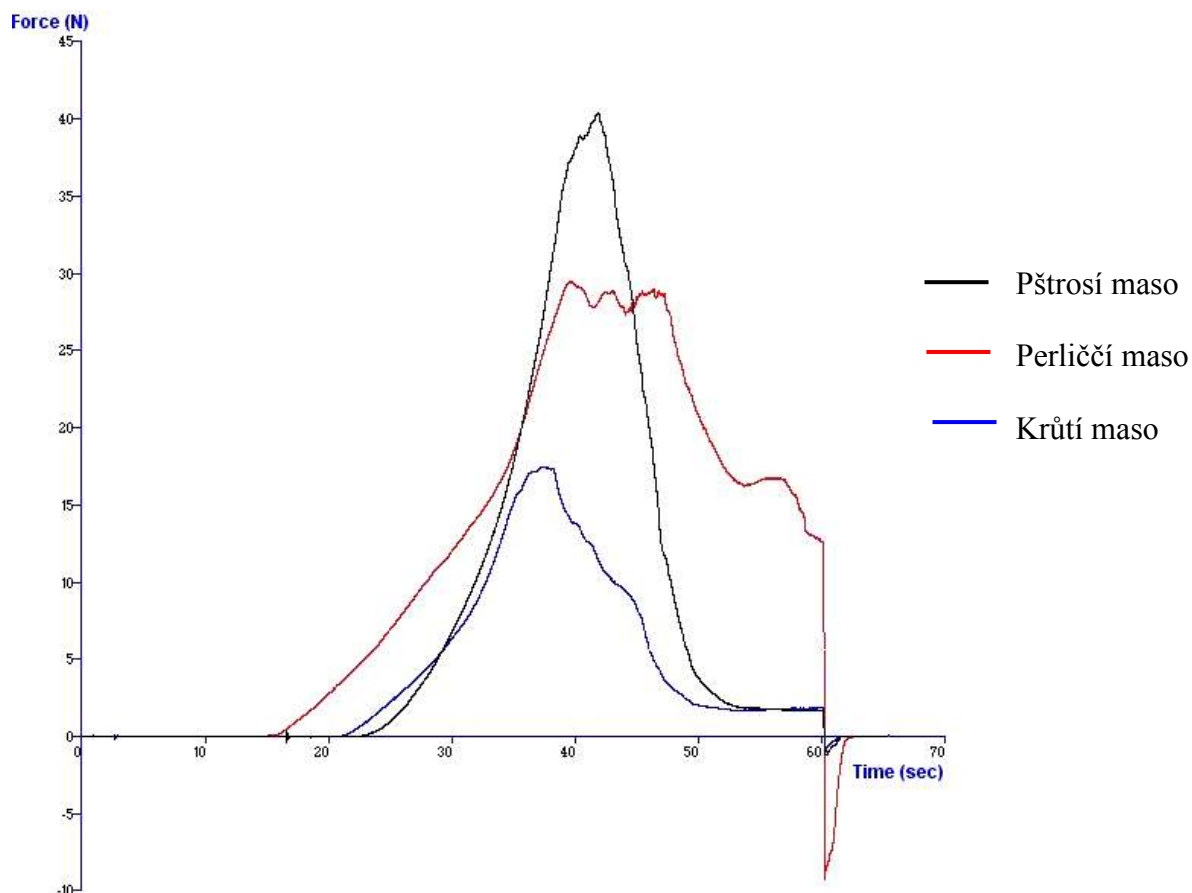
6.6 Výsledky a diskuze stanovení textury masa

Stanovení textury masa bylo provedeno dle postupu uvedeného v kapitole 5.4.6. a výsledky byly graficky znázorněny v obrázku 6 a výsledné hodnoty síly, která byla potřebná k přestřížení vzorku je uvedena v tabulce 9.

Tabulka 9: Maximum síly (N) potřebné k přestřížení vzorků

Druh masa	Maximum síly (N)
Pštros	40,45
Perlička	29,52
Krůta	17,54

Obrázek 6: Grafické znázornění křehkosti vybraných druhů mas



Bylo provedeno stanovení křehkosti tepelně upraveného masa za pomoci metody stříhu. Maximální síly bylo vynaloženo na prostříhnutí vzorku pštrošího masa a to 40,45 N, na perliččí maso bylo zapotřebí vyvinutí síly 29,52 N. Z výsledků je viditelné, že na krůtí maso byla vyvinuta nejmenší síla a to 17,54 N. Krůtí maso bylo z vybraných druhů mas nejkřehčí, což pravděpodobně souvisí s vyšším podílem intramuskulárního tuku ve svalovině. Křehkost významně závisí i na obsahu pojivové tkáně, tedy na obsahu kolagenu, popř. dalších stromatických bílkovin, které strukturu masa zpevňují. K jejich uvolnění dochází rovněž enzymovou cestou při zrání masa. Kulinární zpracování dlouhodobým záhřevem v přítomnosti vody znamená převedení kolagenu na želatinu a změknutí masa. Křehkost je dále ovlivňována obsahem intramuskulárního tuku, maso s vyšším obsahem tohoto tuku bývá křehčí [9]. Z dostupné literatury byla zjištěna křehkost vepřového masa 34,4 N, při přidavku selenu se křehkost zvětšuje a síla na prostříhnutí se zmenší na 24,2 N [88]. Dále byla zjištěna křehkost sojových plátků vařených 10 minut bez soli, síla na prostříhnutí byla 16,69 N [89]. Síla na prostříhnutí vařeného hovězího masa byla 45,56 N [90].

6.7 Výsledky a diskuze stanovení stravitelnosti masa gravimetrickou metodou *in vitro*

Stravitelnost tepelně upraveného masa (vařeného) byla provedena podle postupu uvedeného v kapitole 5.4.7. a výsledky stravitelnosti byly vypočteny podle vzorců 5 – 12. Hodnoty stravitelnosti provedené hydrolýzou *pepsinu*, vyjádřené jako stravitelnost sušiny (DMD) a stravitelnost organické hmoty (OMD), jsou uvedeny v tabulce 10. Výsledné hodnoty provedené hydrolýzy pomocí *pankreatinu* jsou uvedeny v tabulce 11. Dále byla provedena hydrolýza kombinovanou metodou, jejichž výsledky jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 10: Hodnoty stravitelnosti vařeného masa [%], s použitím *pepsinu*

Stravitelnost [%]	DMD	OMD
Druh masa		
Pštosí maso	99,30 ± 0,24	100,00 ± 0,15
Perliččí maso	97,78 ± 0,19	99,07 ± 0,08
Krůtí maso	98,74 ± 0,38	99,63 ± 0,24

Tabulka 11: Hodnoty stravitelnosti vařeného masa [%], s použitím *pankreatinu*

Stravitelnost [%]	DMD	OMD
Druh masa		
Pštosí maso	99,00 ± 1,15	99,69 ± 0,69
Perliččí maso	98,77 ± 0,83	99,43 ± 0,53
Krůtí maso	99,73 ± 0,62	99,35 ± 0,63

Tabulka 12 : Hodnoty stravitelnosti vařeného masa [%], s použitím kombinované hydrolyzy

Stravitelnost [%]	DMD	OMD
Druh masa		
Pštroší maso	100,00 ± 0,12	100,00 ± 0,04
Perliččí maso	99,99 ± 0,53	100,00 ± 0,35
Krůtí maso	100,00 ± 0,05	100,00 ± 0,07

Jako první byla provedena hydrolyza vařeného masa za pomoci enzymu *pepsinu*, který byl přidán do inkubační láhve s fosfátovým pufrem. Ze získaných výsledků uvedených v tabulce 10 bylo zjištěno, že stravitelnost sušiny vybraných druhů vařených mas byla vysoká, u pštrošího masa činila 99,30 %, u perliččího 97,78 % a u krůtího masa byla 98,74 %. Stravitelnost organické hmoty u pštrošího masa byla 100 %, u perliččího masa byla stravitelnost nejnižší a to 99,07 % a u krůtího masa byla stravitelnost 99,63 %.

Dále byla provedena hydrolyza masa pomocí enzymu *pankreatinu*, který vzniká v žaludku většiny obratlovců. Tento enzym rozkládá bílkoviny masa na peptidy o nízké molekulové hmotnosti. Z výsledků je viditelné, že stravitelnost vzorků mas byla téměř 100 %. Pouze perliččí maso se projevilo jako méně stravitelné a to s výsledkem 98,77 % stravitelnosti sušiny. Stravitelnost organické hmoty byla u všech vzorků nad 99 %.

Jako poslední byla provedena kombinovaná hydrolyza, kdy probíhala 24 hodin hydrolyza za pomoci *pepsinu*, poté dalších 24 hodin s *pankreatinem*. Stravitelnost sušiny i organické hmoty po 48 hodinách hydrolyzy byla u vzorků pštrošího, perliččího i krůtího masa 100 %.

Stravitelnost je někdy vysvětlována relativní dobou potřebnou k rozložení různých druhů masa žaludečními šťávami nebo dobou po kterou se různé druhy zdržují ve zdravém žaludku [84].

Maso a masné výrobky jsou dobrým zdrojem bílkovin pro člověka. Fyzikálně-chemický stav bílkovin je ovlivněn procesy jako je skladování, vaření a tím je také ovlivněna biologická dostupnost aminokyselin. Při těchto procesech jsou bílkoviny terčem útoku volných radikálů. Při vaření masa dochází k oxidaci aminokyselin což vede k agregaci

proteinů a vytváření disulfidových a dityrosinových můstků. Mnozí autoři dokázali, že agregace proteinů může mít značný vliv na jejich degradaci enzymy trávicího traktu [82]. Záhřev vede také ke snížení nutriční hodnoty masa. Dochází k destrukci esenciálních aminokyselin [85].

Z dostupné literatury vyplývá, že maso tepelně upravované má sníženou hodnotu stravitelnosti [82], v diplomové práci bylo dospěno k jiným výsledkům. Z dostupné literatury, bylo zjištěno, že stravitelnost se zvyšuje přidávkem rostlinných olejů. Některé studie dokazují, že stravitelnost kuřecího masa se zvýší o 5,6 – 6 %, u krůtího masa byl zjištěn 5,5%-ní nárůst stravitelnosti. Bylo také prokázáno, že malá množství přijímané potravy (masa) jsou žaludkem a střevy lépe zpracovány a stráveny [86]. Stravitelnost tepelně upraveného (vařeného) kuřecího, vepřového a hovězího masa pomocí hydrolýzy enzymatickým preparátem *pankreatinem* provedl Šánek, postupoval dle metodiky uvedené v kapitole 5.4.7. výsledkem byla stravitelnost sušiny u kuřecího masa 99,9 %, vepřové maso 99,7 % a u hovězího masa byla stravitelnost 99,7 %. Stravitelnost organické hmoty byla u všech vzorků 100 % [87]. I když byly výsledné hodnoty stravitelnosti nižší, zvláště u stravitelnosti organické hmoty, lze usoudit, že stravitelnost pštrosího, perliččího i krůtího masa lze srovnat s masem velkých zvířat jako je hovězí, vepřové.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na stanovení nutričních parametrů pštrosího, perliččího a krůtího masa z ekologického chovu. Práce zahrnovala stanovení obsahu vody, schopnost masa vázat přidanou vodu, měření pH, stanovení celkového obsahu dusíkatých látek a obsahu tuku. Dále bylo provedeno měření textury a stravitelnost v tepelně upravených vzorcích masa. Stravitelnost byla provedena pomocí směsných trávicích enzymů *pankreatinu*, *pepsinu* a pomocí kombinované hydrolýzy. Výsledky provedených stanovení byly zhodnoceny v diskuzi s výsledky z konvenčního chovu zvířat.

Z výsledků obsahu vody ve vybraných vzorcích bylo zjištěno, že obsah vody byl u všech druhů masa nižší, než jak uvádí literatura (75%) [66]. Snížení obsahu vody v mase bylo pravděpodobně způsobeno zmrazením masa. V mase dochází díky poklesu teploty k expanzi vody a vytvoření krystalků ledu. Pokud bylo maso šetrně zmrazeno, což je za pomoci rychlého poklesu, kdy dojde k vytvoření mnoha malých krystalků, úbytek vody by neměl být po rozmražení vzorku velmi znatelný. Při rozmražení masa dochází ke ztrátě vody.

Z výsledků stanovení schopnosti masa vázat přidanou vodu bylo zjištěno, že nejvyšší vaznost z vybraných druhů mas byla projevena u vzorku krůtího masa. Pštrosí a perliččí maso projevilo stejnou schopnost vázat přidanou vodu. U vzorku pštrosího masa byly zjištěny malé rozdíly ve výsledné schopnosti vázat vodu, avšak u krůtího masa byl rozdíl ve vaznosti velmi významný.

Hodnoty pH vybraných druhů mas byly v optimálním rozhraní, jak uvádí literatura [22,73].

Při stanovení obsahu hrubých bílkovin nebyl shledán žádný významný rozdíl mezi vybranými druhy mas. Byl ovšem zjištěn mírný rozdíl mezi vzorky z ekologického chovu oproti chovu konvenčnímu. Maso z ekologického chovu obsahovalo více hrubých bílkovin, než je udáván v dostupné literatuře z chovu konvenčního [9,22,67].

Na stanovení obsahu tuku je velmi mnoho metodik. Z výsledků stanovení obsahu tuku vyplývá, že hodnocené druhy mas na rozdíl od mas velkých zvířat patří do méně tučných. Pštrosí maso je velmi ceněno pro svoje chemické složení, ale i maso krůt je doporučováno lékaři při dietách.

Stanovení textury masa je velmi rozsáhlé stanovení. Práce byla zaměřena na stanovení křehkosti masa. Z výsledků měření síly potřebné k přestřihnutí tepelně upraveného masa bylo zjištěno, že krůtí maso se projevilo jako nejkřehčí, což je pravděpodobně způsobeno největším podílem intramuskulárního tuku. Dále bylo provedeno stanovení křehkosti perliččího masa, na které muselo být vyvinuto větší síly na prostřihnutí vzorku oproti masu krůtímu. Pštroší maso se řadí mezi masa s nejnižším obsahem tuku a podle barvy i křehkosti lze srovnávat s masem hovězím. Pštroší maso bylo nejméně křehké.

Z výsledků stanovení stravitelnosti masa, uvedených jako stravitelnost sušiny a organické hmoty lze říci, že stravitelnost tepelně upraveného pštrošího, perliččího a krůtího masa je velmi vysoká až 100%-ní.

Závěrem lze říci, jak již bylo prokázáno i v jiných studiích [51,52,53], že rozdíl v masech z ekologických a konvenčních chovů není prokazatelný a nelze říci, že BIO maso obsahuje více živin pro organismus člověka. Z hlediska zdravotního nejsou ještě prokázány vlivy na lidský organismus konzumující pouze ekologicky vyrobené potraviny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] REK, S.: *Pštros dvouprstý*, [cit.23.2.2010], dostupné na:
<http://www.ifauna.cz/clanek/drubez/pstros-dvouprsty/4108/>
- [2] SHANAWANY, M.M.: *Ostrich production systems, Part I*, FAO Rome 1999, ISBN 92-5-104300-0,
- [3] KREJNÝ, L.: *Pštrosí farma Studánka*, [cit. 2010.10.3] Dostupná z www:
<http://www.pstrosifarma.cz/index.php?o-pstrosovi,19>
- [4] WISE GEEK, [cit.23.2.10], dostupné na :
<http://www.wisegeek.com/is-ostrich-meat-healthy.htm>
- [5] Sbírka zákonů: www.szpi.gov.cz/ViewFile.aspx?docid=1006198
- [6] HÁJEK, J. a spol. : *Člověk a ostatní organismy*, Praha 2002, ISBN: 80 86033-88-0
- [7] KOŘÍNEK M.: *Perlička Kropenatá*, [cit.23.2.2010],RUBICO s.r.o., Olomouc, dostupné na : <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id21584/>
- [8] FOJTL,J., *Perličky a jejich chov*, [cit.26.2.2010], dostupné na:
<http://www.ifauna.cz/clanek/drubez/perlicky-a-jejich-chov/4551/>
- [9] PIPEK, P.: *Technologie masa I*, 2.Vydání, Praha: VŠCHT, 1991. 172 s., ISBN 80-7080-106-9
- [10]BIOLIB,*Krocán domácí*, [cit.26.2.2010], dostupné na:
<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id325246/>
- [11] Domácí zvířata, *Krůta domácí*,[cit.27.3.2010], dostupné na:
<http://www.chovnazvirata.estranky.cz/stranka/kruta-domaci>
- [12] Prominent, *O krutím mase*, [cit.27.3.2010] dostupné na:
<http://www.krutimaso.cz/proc-kruti-maso/o-krutim-mase.html>
- [13]PIPEK, P., *Základy technologie masa*. VVŠ PV Vyškov, 1998. ISBN 80-7231-010-0
- [14]DYLEVSKÝ, I., JEŽEK, P.: *Základy funkční anatomie člověka*, [cit.27.3.2010] dostupné na: <http://vstvs.palestra.cz/skripta-ukazka/2a4.htm>
- [15]HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P., *Technologie výroby potravin živočišného původu (bakalářské studium)*. UTB ve Zlíně 2006. ISBN 80-7318-405-2
- [16]BELITZ, H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P.: *Food chemistry* , Vydavatelství SRINGER-VERLAG, Berlín 2009, ISBN 978-3-540-69934-7
- [17]STRAKA, I., MALOTA, L. : *Chemické vyšetření masa*, Nakladatelství OSSIS, rv.1999, ISBN 80-902391-6-1

- [18] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 1*. OSSIS, Tábor, 1999, ISBN 80-902391-3-7
- [19] STAINHAUSER, L. a kol.: *Produkce masa*. Last, Tišnov 2000, ISBN 80-900260-7-9
- [20] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J.: *Chemie potravin I*, OSSIS, rv.2009, Tábor, ISBN 978-80-86659-15-2
- [21] KERRY, J., KERRY, J., LEDWARD, D.: *Meat Processing - Improving Quality*; Woodhead Publishing 2002, ISBN 978-1-59124-484-4
- [22] MAJEWSKA, D. et al.: *Physicochemical characteristics, proximate analysis and mineral composition of ostrich meat as influenced by muscle*, Food Chemistry 117 (2009) p.207–211
- [23] BASSLER, K.H.: *Vitaminy*, 3. Aufl. Darmstadt : Steinkopff-Verlag, 1989, 148s. ISBN 3-7985-0785-6
- [24] UHEROVÁ, R.: *Čo vieme o vitamínoch dnes*, 1. vyd., Bratislava: Malé centrum, 2002. 144s., ISBN 80-968737-0-9
- [25] Science of cooking, [citace 15.3.10] dostupná z :
<http://www.exploratorium.edu/cooking/meat/INT-what-makes-flavor.html>
- [26] BOLES, J.A., DONALD, L.: *Meat color*, University of Saskatchewan, [cit.15.3.10] dostupná z: <http://www.agbio.usask.ca/sfpip/pubs/meatcolor.pdf>
- [27] JELENÍKOVÁ, J.: *Textura masa a masných výrobků*. VŠCHT Praha, 2003, 141 s [Diplomová práce].
- [28] GUERRERO, L., GOU, P., ARNAU, J. The influence of meat pH on mechanical and sensory textural properties of dry-cured ham. *Meat science*, 1999, č. 52.
- [29] CHADIMOVÁ, V. *Využití krevních bílkovinných přísad v masné výrobě*. [Diplomová práce]. Zlín: UTB, 2004. 95 s.
- [30] ČSN ISO 11036 Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury, Český normalizační institut, 1997
- [31] STEINHAUSER, L. a kol., *Hygiena a technologie masa*. LAST Brno, 1995, ISBN 80-900260-4-4
- [32] SKŘIVÁNKOVÁ, E. : *Biologie potravin a surovin živočišného původu*, [Cit. 27.3.2010], dostupné na:
http://147.33.120.92/biol2/documents/Biologie_potravin_a_surovin_zivocisneho_puvodu.pdf

- [33] DVORŽÁK, Z. : *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. Praha 1987, Vydavatelství SNTL
- [34] Studijní materiály, [cit.18.3.10] dostupné na: <http://www.unium.cz>
- [35] *Význam masa ve výživě*, [cit.27.3.2010] dostupné na:
<http://www.bladetnt.estranky.cz/clanky/vyziva-a-suplementace/-vyznam-masa-ve-vyzive>
- [36] HABÁNOVÁ, M.: *Technológia úpravy potravín*. Nitra : SPU. 2004, 196 s. ISBN 80-8069-305-6.
- [37] HORVÁTHOVÁ, V., LAGIN, L.: *Technológia živočíšnych produktov II*. Bratislava : Príroda. 1982, 162 s.
- [38] MUCHA, R. a kol.: *Králíčie mäso a jeho kuchynská úprava*. Bratislava : Príroda. 1979, 138 s.
- [39] Český svaz zpracovatelů masa, [cit.20.3.2010] dostupné na:
<http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1075>
- [40] ČUBOŇ, J. , HAŠČÍK, P., HLUCHÝ, S. 2004. Význam masa v spoločenskom stravovaní, *Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „spoločenské stravovanie“*. Nitra SPU, 2004, s. 78 – 83, ISBN 80-8069-421-4.
- [41] GUARDIAN.CO.UK, [cit.21.3.2010] dostupné na:
<http://www.guardian.co.uk/environment/datablog/2009/sep/02/meat-consumption-per-capita-climate-change>
- [42] WORLD WATCH INSTITUTE, [cit.21.3.2010] dostupné na:
<http://www.worldwatch.org/node/1495>
- [43] Český statistický úřad, [cit.22.3.2010] dostupné na:
[http://notes2.czso.cz/csu/2009edicniplan.nsf/t/7A00383173/\\$File/30040901.pdf](http://notes2.czso.cz/csu/2009edicniplan.nsf/t/7A00383173/$File/30040901.pdf)
- [44] Agroweb, [cit.22.3.2010] dostupné na: http://www.agroweb.cz/Vyroba-drubezihomasa-ma-budoucnost__s182x30425.html
- [45] Český svaz zpracovatelů masa, [cit.22.3.2010] dostupné na:
<http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=7&id=465>
- [46] Sbíрка zákonů, [cit.27.3.2010] dostupné na:
<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2005/sb188-05.pdf>
- [47] Dera food technology, BIO potraviny, [cit.27.3.2010] dostupné na :
www.dera.cz/cz/documents/19

- [48] Nutritip, [cit. 28.3.2010] dostupné na:
<http://www.nutritip.cz/view.php?navezclanku=bio-maso-je-skutecne-zdravejsi&cislocclanku=2009050008>
- [49] NIGGLI, Urs et al. : QLIF Integrated Research Project: Advancing Organic and Low-Input Food, 2009 [cit. 29.3.2010] dostupné na:
http://www.qlif.org/Library/leaflets/folder_0_small.pdf
- [50] LEIFERT, C., L. ELSGAARD : QLIF Subproject 2: Effects of Production Methods: Determining the Effect of Organic and Low-Input Production Methods on Food Quality and Safety. [cit. 29.3.2010] dostupné na:
http://www.qlif.org/Library/leaflets/folder_2_small.pdf
- [51] Food standards agency, [cit. 29.3.2010], dostupné na :
<http://extras.timesonline.co.uk/organicfood2.pdf#googtrans/auto/cs>
- [52] GOODCHILD, S.: "*Organic food 'no healthier' blow*", London Evening Standard, [cit. 29.3.2010] dostupné na : <http://www.thisislondon.co.uk/standard/article-23725592-organic-food-no-healthier-blow.do#googtrans/auto/cs>
- [53] BOURN, D., PRESCOTT, J. : *A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods*, Critical Reviews in Food Science Nutrition, 42(1):1–34 (2002)
- [54] WILLIAMS, C. M.: Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green?, Proceedings of the Nutrition Society, February 2002, 42(1):1–34 (2002)
- [55] KREBS J.: Is organic food better for you?, Food Standards Agency (UK), [cit. 29.3.2010] dostupné na:
<http://www.food.gov.uk/news/newsarchive/2003/jun/cheltenham>
- [56] *Biomaso má výraznější chuť, shodují se odborníci*, [cit. 29.3.2010] dostupné na:
http://www.lidovky.cz/biomaso-ma-vyraznejsi-chut-shoduji-se-odbornici-fft-/dobra-chut.asp?c=A091201_094718_dobra-chut_glu
- [57] JELÍNEK J., ZICHÁCEK V. *Biologie*. 1. vyd. Olomouc: Fin Publishing, 1996. 415 s. ISBN 80-86002-01-2.
- [58] POKORNÝ J., a kol. *Prehled fyziologie cloveka Dil II*. Praha: Karolinum, 2002. 255 s.
- [59] *Fyziologie výživy*, [cit. 2.4.2010] dostupné na: <http://vladahadrava.xf.cz/fyziologie.html>

- [60] MAROUNEK M., BREZINA P., ŠIMUNEK J. *Fyziologie a hygiena výživy*. 1. vyd. Vyškov: RVOd VAV, 2003. 76 s. ISBN 80-7231-106-9.
- [61] CAMPBELL, N. A., REECE, J. B.: *Biologie*. Brno: Computer Press, 2006, 1332 s. ISBN 80-251-1178-4
- [62] SELIGER V., VINARICKÝ R., TREFNÝ Z. *Fyziologie člověka pro fakulty tělesné výchovy a sportu*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. 429 s. ISBN 14-612-83.
- [63] *Návody pro laboratorní cvičení z Analýzy potravin*, Univerzita Tomáše Bati, Zlín, 2009
- [64] MIŠURCOVÁ, L., *Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve výživě člověka – Disertační práce*, UTB, 2008
- [65] *Návody pro laboratorní cvičení*, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, dostupné na : http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborII/vaznost.pdf
- [66] *Meat science on web*, [cit. 13.4.2010], dostupné na: <http://labs.ansci.illinois.edu/meatscience/Library/water%20in%20meat.htm#googtrans/auto/cs>
- [67] ZABLOUDIL, F., KRČMA, J. : Perlička kropenatá jako zvěř, [cit. 13.4.2010] dostupné na: <http://www.agris.cz/hobby/detail.php?id=135563&iSub=1058>
- [68] *Food safety and inspection servise*, United States Department of Agriculture, [cit. 13.4.2010] dostupné na: http://www.fsis.usda.gov/PDF/Water_in_Meats.pdf
- [69] CHEBY, Q., SUN, DW.: *Factors affecting the water holding capacity of red meat products*, *Critical reviews in food science and nutrition* 2008, [cit. 13.4.2010] dostupné na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18274969>
- [70] HUFF-LONERGAN, E., LONERGAN, S. M., *Mechanisms of water-holding capacity of meat* : The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* 71, p. 194 – 204, 2005
- [71] ARNOŠTOVÁ, K., ORSÁK, M., JELENÍKOVÁ, J. : *Kvalita vepřového masa u čistokrevných plemen prasat*, VŠCHT Praha, [cit. 13.4.2010] dostupné na: http://xarqon.jcu.cz/zf/veda_a_vyzkum/svoc_a_dsp/svoc/2000/sbdsp/asekzoo/arnostova.rtf
- [72] SWAN, J.E., BOLES, J.A., Processing characteristics of beef roasts made from high and normal pH bull inside rounds. *Meat Science* 62, p. 399 – 403, 2002

- [73] HOLMER, S. F. *et al.*, The effect of pH on shelf-life of pork during aging and simulated retail display. *Meat Science* 82, p. 86 – 93, 2009
- [74] IMMONEN, K., RUUSUNEN, M., PUOLANNE, E., Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science* 55, p. 33 – 38, 2000
- [75] MARIBO, H., STOIER, S., JORGENSEN, P. F., Procedure for determination of glycolytic potential in porcine m. longissimus dorsi. *Meat Science* 51, p. 191 – 193, 1999
- [76] HENCKEL, P., KARLSSON, A., OKSBJERG, N., PETERSEN, J. S., Control of *post mortem* pH decrease in pig muscles: experimental design and testing of animal models. *Meat Science* 55, p. 131 – 138, 2000
- [77] HOFFMAN, L. C., MULLER, M., CLOETE, S.W.P., BRAND, M., Physical and sensory meat quality of South African Black ostriches (*Struthio camelus* var. *domesticus*), Zimbabwean Blue ostriches (*Struthio camelus australis*) and their hybrid, *Meat Science* 79, p. 365-374, 2008
- [78] FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., JIMÉNEZ, S. *et al.*, Duality characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) burgers, *Meat Science* 73, p. 295-303, 2006
- [79] SANTÉ, V., FERNANDEZ, X., The measurement of pH in raw and frozen turkey *Pectoralis superficialis* muscle, *Meat Science* 55, p. 503 – 506, 2000
- [80] *Pštroší maso je ještě zdravější než krůtí*, [cit.22.4.2010] dostupné na:
<http://zdravi.denik.cz/diety/pstrosi-maso-je-jeste-zdravejsi-nez-kruti-20091008.html>
- [81] *Pštros je chutná běhající kýta*, [cit.22.4.2010] dostupné na:
<http://www.agris.cz/potravinarstvi/detail.php?id=127340&iSub=586&PHPSESSID=3e>
- [82] GATELLIER, P., SANTÉ-LHOUELIER, V. : Digestion study of proteins from cooked meat using an enzymatic microreactor, *Meat Science* 81, p. 405-409, 2009
- [83] VILJOEN, M., HOFFMAN, L.C., BRAND, T.S. : Prediction of the chemical composition of freeze dried ostrich meat with near infrared reflectance spectroscopy, *Meat Science* 69, p. 255-261, 2005
- [84] *Food in health and disease*, [cit.1.5.2010] dostupné na:
<http://chestofbooks.com/health/nutrition/Disease-Food/Meats-Part-3-Meat-Digestibility.html>
- [85] THE JOURNAL OF NUTRITION, [cit.1.5.2010] dostupné na:
<http://jn.nutrition.org/cgi/reprint/73/2/143.pdf>

- [86] FIRMAN, J. D., REMUS, J. C.: Fat additions increase suggestibility of meat and bone meal, [cit.1.5.2010] dostupné na: <http://japr.fass.org/cgi/reprint/3/1/80.pdf>
- [87] ŠÁNEK, L.: Stanovení základních nutričních charakteristik masa a sledování změn během skladování, [cit.1.5.2010] dostupné na:
[http://www.stag.utb.cz/apps/stag/prohlizeni/pg\\$_prohlizeni.ab_dp_student_vystup?xos_cislo=T04348&xadipidno=5432&xdetail=Y](http://www.stag.utb.cz/apps/stag/prohlizeni/pg$_prohlizeni.ab_dp_student_vystup?xos_cislo=T04348&xadipidno=5432&xdetail=Y)
- [88] JELENÍKOVÁ, J., PIPEK, P.: Vliv přísady selenu do krmiva prasat na kvalitu vepřového masa, [cit.6.5.2010] dostupné na: <http://vepaspol.cz/soubory/s2.pdf>
- [89] HANZELKOVÁ, Š., SIMEONOVÁ, J. : Textural properties of soy meat analogs, [CIT.6.5.2010] dostupné na:
http://web2.mendelu.cz/af_291_mendelnet/mendelnet09agro/files/articles/tp_hanzelkova.pdf
- [90] OLIVÁN, M., MARTÍNEZ, A. et al. : Effect of muscular hypertrophy on physico-chemical, biochemical and texture traits of meat from yearling bulls, *Meat Science* 68, p. 567-575, 2004

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AMK	Aminokyselina
ATP	Adenosintrifosfát
BIO	Biopotravina
BSE	Bovinní spongiformní encefalopatie
DFD	Tmavé, tuhé, suché maso (dark, firm, dry)
DMD	Stravitelnost sušiny
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
FAD	Flavindinukleotid
FMN	Flavinmononukleotid
LDL	Low-density lipoprotein
NAD	Nikotinamidadenindinukleotid
NADP	Nikotinamidadenindinukleotidfosfát
OMD	Stravitelnost organické hmoty
PSE	Bledé, měkké, vodnaté maso (pale, soft, exudative)
RNA	Ribonukleová kyselina
S.D.	Směrodatná odchylka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stavba svalu.....	16
Obrázek 2 : Vliv pH na vaznost masa [15].....	28
Obrázek 3: Spotřeba masa v hodnotě na kosti (na obyvatele a rok) [43].....	34
Obrázek 4: Extraktor podle Soxhlet [17].....	47
Obrázek 5: Nástavec pro měření síly ve stříhu dle Warner-Bratzlera.....	48
Obrázek 6: Grafické znázornění křehkosti vybraných druhů mas	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 : Složení masa vybraných druhů zvířat [%] [9].....	17
Tabulka 2: Srovnání průměrných hodnot tuku a cholesterolu ve 100 g vzorku vařeného masa [9,22].....	22
Tabulka 3 : Obsah minerálních látek v mase [mg/100g vzorku masa] [9,17,22].....	23
Tabulka 4 : Výsledky stanovení obsahu vody v mase [%].....	52
Tabulka 5: Výsledky vaznosti masa [%]	53
Tabulka 6: Výsledky hodnot pH vodného výluhu z masa.....	54
Tabulka 7: Množství hrubé bílkoviny [%].....	55
Tabulka 8: Obsah tuku u vybraných druhů mas [%].....	56
Tabulka 9: Maximum síly (N) potřebné k přestřížení vzorků.....	57
Tabulka 10: Hodnoty stravitelnosti vařeného masa [%], s použitím <i>pepsinu</i>	59
Tabulka 11: Hodnoty stravitelnosti vařeného masa [%], s použitím <i>pankreatinu</i>	59
Tabulka 12 : Hodnoty stravitelnosti vařeného masa [%], s použitím kombinované hydrolýzy	60

